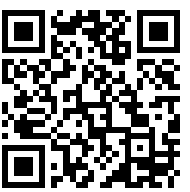
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 384025

Digitized by Google

Transferred to
GENERAL LIBRARY

Digitized by Google

HE
6[illegible]
.A61

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

5me ANNÉE — N° 1

MARS 1916

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS

Digitized by Google

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes.*

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris.

Membres de la Commission :

M. Dennery, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président.*

M. A. Blondel, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. Pasquet, Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. Belugou, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Bazille, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Ferrière, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine.

MM. Lorain et Maureau, Ingénieurs en Chef des Postes et Télégraphes, Professeurs à l'École Supérieure.

M. Saunier, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres.*

MM. Hain, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, Drouet et Viard, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires.*

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

Digitized by Google

5me ANNÉE. MARS 1916. N° 1

Engineering Library

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

JUN 21 1916
UNIV. OF MICH.
LIBRARY

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS

Digitized by Google

Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Stᵉ Aᵐᵉ AU CAPITAL DE FRANCS **5.250.000**

à **PONT-DE-CHÉRUY** (Isère)

Siège social à **LYON**, 20, quai de Retz

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection contre l'incendie,

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage Electrique

LAMPES ÉLECTRIQUES, MARQUE "FOTOS"

Fils et Câbles électriques

Nus et Isolés

CABLES SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute Tension, Transport d'Énergie

AFFINAGE, LAMINAGE,

Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC EN GÉNÉRAL

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque **E. C. G.**

PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions et Autobus

USINES :

PONT-DE-CHÉRUY (Isère).
LA PLAINE-CHAVANOZ (Isère).
LYON, 12, Rue du Belvédère.
LYON, 220, Route d'Heyrieux.
SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85.
LYON, 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-50.
12, rue du Belvédère. » 30-17.
TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-59.
MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.
GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73.
ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56.
BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 39-62.
ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76.

Digitized by Google

Les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, dont la publication avait dû être interrompue depuis la mobilisation, traiteront comme par le passé les sujets techniques et d'exploitation, mais elles réserveront une place toute particulière aux questions qui se rapportent à la guerre.

La guerre a, en effet, exercé une répercussion considérable sur toutes les manifestations de l'activité humaine et elle a mis en œuvre des inventions dont les destinées semblaient devoir être des plus pacifiques.

La Télégraphie, la Télégraphie sans fil et la Téléphonie ont été utilisées par les belligérants dans des conditions nouvelles et variées, dont les services publics devront nécessairement tenir compte plus tard.

Le moment n'est pas venu d'entrer dans les détails des inventions et des progrès réalisés, mais, même sans divulguer certaines précisions tenues secrètes, les *Annales* pourront fournir à leurs lecteurs une documentation précieuse et abondante.

Les Agents de l'Administration, les Ingénieurs et les Techniciens, qui donnent un si précieux concours à la Défense Nationale, apprécieront certainement, comme par le passé, une publication qui apportera sa modeste contribution aux efforts tentés de tous côtés en vue de l'amélioration des moyens mis à la disposition du Commerce et de l'Industrie.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

La Télégraphie sans fil à grande distance, par M. Duddell, Président de l'Institut des Ingénieurs électriciens de Londres..... 9

Le service postal, télégraphique et téléphonique dans les administrations et les armées des pays ennemis..... 21

- Utilisation des lignes télégraphiques souterraines en Allemagne..... 21
- Service des Postes et Télégraphes en Allemagne et dans les pays occupés..... 33
- Organisation du service postal aux armées..... 34
- Renseignements statistiques sur le trafic de la poste aux armées..... 38
- Avis relatif aux expéditions à destination des armées allemandes..... 39
- Bureau de renseignements tenu par des dames volontaires.... 41
- La Poste aux armées en Autriche..... 42
- La Poste par avions à Przemysl..... 43
- Télégraphie et Téléphonie aux armées..... 43
- Paiement du traitement civil au personnel mobilisé..... 44
- Traitement alloué au personnel allemand détaché dans les pays occupés..... 46
- Paiement des traitements aux employés des postes et Télégraphes maintenus dans l'armée active..... 46
- Secours de guerre au personnel subalterne..... 47
- Collecte de l'or..... 48
- Le troisième emprunt de guerre..... 48

Note relative au calcul des courants alternatifs..... 49

Téléphonie de campagne dans l'armée britannique. — Conférence faite par M. Charles Darling A. R. C. Sc. I., F., I. C., le 28 juillet 1915, à la Société Royale des Arts de Londres..... 55

La communication téléphonique New-York-San-Francisco..... 67

Lettre d'un chef de poste télégraphique de l'armée anglaise.... 72

Progrès réalisés en Télégraphie et en Téléphonie sans fil pendant l'année 1915..... 76

Expériences de Téléphonie sans fil transatlantique..... 78

Digitized by Google

Pages.

Description de la station radiotélégraphique de Tuckerton..... 81

Statistique du trafic postal journalier moyen en France (1915).. 88

BIBLIOGRAPHIE

Bibliothèque des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.

La Technique Télégraphique en France, depuis l'origine (Exposition de San-Francisco), par M. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes..... 89

Brevets d'invention..... 91

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES[1]

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Lorain, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (3e édition. 1914). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. Feret du Longbois, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 4 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par par M. Tongas, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 5 francs le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. Tongas (1913). — 1 vol. Prix : 1 franc.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2e édition. 1913). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Ferrière, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Sauvage, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 1 fr. 25.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Maureau, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Drouet, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. Cahen, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914).— 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

En vente à la librairie de l'École des Travaux publics, 3, rue Thénard, Paris, Ve.

---

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. Pomey, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

---

1. Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Digitized by Google

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. Fleming), traduit de l'anglais par M. Ravut, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. Le Normand, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par Rein), traduit de l'allemand par M. Viard, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e^.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par Abbott); traduit de l'anglais par M. Gilles, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par Kempster B. Miller); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, Paris, VI^e^.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par Stille); traduit de l'allemand par MM. Picault, Ingénieur, et Montoriol, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e^.

Vient de paraître :

La Technique Télégraphique en France, depuis l'origine (Exposition de San-Francisco), par M. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 francs.

En vente à la librairie de l'École des Travaux Publics, 3, rue Thénard, Paris, V^e^.

Digitized by Google

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL A GRANDE DISTANCE

PAR M. DUDDELL,
Président de l'Institut des Ingénieurs électriciens de Londres.

Il est nécessaire de définir tout d'abord la télégraphie sans fil à grande distance, et d'exposer en quoi elle diffère de la télégraphie sans fil ordinaire.

Les petits postes installés sur les bateaux, les postes côtiers peuvent communiquer, dans certains cas exceptionnels, à des distances tout à fait inattendues; c'est ainsi qu'on a reçu en Angleterre des signaux transmis par des navires se trouvant en Méditerranée, à une distance de 1.000 km. et transmettant avec une puissance de 2 kw.; mais ces communications ne sont pas régulières et ont lieu seulement quand les circonstances sont très favorables.

Une des plus grandes difficultés auxquelles on se heurte, en T. S. F., est la variation de l'intensité des signaux d'un jour à l'autre et d'une heure à l'autre, qui peut être de 50 fois et plus entre les différentes heures de la journée; si l'on veut concurrencer avantageusement les câbles sous-marins, il est nécessaire que l'on puisse communiquer à un instant quelconque.

L'intensité au poste récepteur est sensiblement constante pendant la journée; au coucher du soleil il se produit un minimum fortement accusé, suivi d'un maximum; des variations se produisent pendant toute la nuit, puis, au lever du soleil, on observe encore un minimum suivi d'un maximum, et l'intensité redevient constante. Ces variations d'intensité obligent à recourir à des puissances considérables pour les communications à grande distance.

Digitized by Google

M. Austin a cherché quelle est la relation entre les intensités dans les deux antennes et la distance ; il a trouvé la formule :

$$I_R = 4{,}25.\ I_S \frac{h_1\, h_2}{\lambda\, d}\, e^{-\frac{0{,}0015\ d}{\lambda}}$$

dans laquelle :

I_R est l'intensité dans l'antenne réceptrice ;
I_S — — transmettrice ;
λ la longueur d'onde ;
h_1, h_2 les hauteurs des antennes ;
d la distance ;
e la base des logarithmes népériens.

La puissance à employer dans l'antenne transmettrice est proportionnelle à I_S. Pour une distance double, il faudra une puissance quatre fois plus grande, toutes choses égales d'ailleurs. En réalité, la puissance augmente par suite de la présence du dernier facteur $e^{-\frac{0{,}0015\,d}{\lambda}}$. D'après Austin, pour une antenne de 150 mètres de haut et λ — 6.000 mètres,

avec $I_S = 17$ amp. on atteint 1.600 km.
avec $I_S = 105$ amp. on atteint 3.200 km.

h_1, h_2 sont les hauteurs équivalentes, que l'on ne sait pas déterminer pour toutes les formes d'antenne. La présence de λ au dénominateur nous indique qu'il faut employer de grandes longueurs d'onde ; on a atteint 6.000 et 7.000 mètres.

Il existe un certain rapport entre la longueur d'onde et les dimensions de l'antenne ; pour obtenir une grande longueur d'onde avec une petite antenne, il faut employer une forte self et le rayonnement est très mauvais. Pour des longueurs d'onde de 6.000 à 7.000 mètres, il faudra des antennes de 1 à 2 km. de long, dont les supports auront de 100 à 150 mètres de hauteur.

Il existe trois moyens principaux de produire les oscillations ;
1° par étincelles,
2° par arc,
3° au moyen d'un alternateur.

Digitized by Google

Nous laisserons de côté le cas où l'antenne elle-même sert de capacité (excitation directe), car alors les tensions qu'elle supporte sont trop élevées. On l'excite de préférence par un circuit primaire ; le couplage entre ce circuit et l'antenne devra être réglable.

Nous aurons trois valeurs différentes du couplage suivant la nature des oscillations dans le primaire.

Les courants primaires sont peu amortis : le couplage est lâche.

Les courants sont très amortis et ne présentent qu'une seule oscillation : le couplage est serré.

Les courants primaires sont amortis et présentent deux ou trois oscillations : le couplage est moyen.

La première méthode est employée par M. Marconi, la seconde par M. Galletti, la troisième par la Société Telefunken.

Les appareils à étincelles donnent de bons résultats aux petites distances, avec de faibles puissances, mais quand la puissance augmente, l'arc tend à s'amorcer. Pour éviter cette difficulté, les constructeurs emploient divers dispositifs.

M. Marconi emploie un disque tournant entre les éclateurs ; on introduit ainsi entre les éclateurs, une surface froide qui entraîne un courant d'air froid.

Tesla envoie sur les étincelles un fort courant d'air.

A la Tour Eiffel, on emploie un tube et un plateau. L'étincelle jaillit entre le plateau et les bords du tube, par lequel on souffle un courant d'air qui refroidit l'étincelle.

La Société Telefunken emploie des disques plans voisins les uns des autres, ce qui augmente la surface de refroidissement.

Le dispositif Marconi sera employé dans un nouveau poste situé au nord du Pays de Galles, à Carnawon. L'antenne sera supportée par 8 pylônes, de chacun 110 mètres de hauteur ; elle sera disposée de telle façon que le rayonnement le plus fort soit dirigé vers la mer.

La courbe du rayonnement aura une forme ovale.

Un des avantages les plus importants de ce dispositif est qu'il permet d'employer une sorte de duplex.

Digitized by Google

Soient T (fig. 1) un poste transmetteur, R le poste récepteur qui correspond avec lui, les antennes étant dirigées suivant T R ; T_1 un autre poste transmetteur, R_1 un autre poste récepteur, placés comme il est indiqué au schéma, la distance de R_1 à T étant d'une trentaine de kilomètres.

L'énergie transmise par T dans la direction TR_1 étant faible n'aura que peu d'influence sur le poste R_1 ;

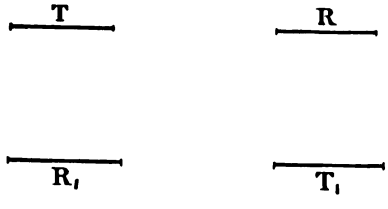


Fig. 1.

En réalité, les signaux provenant de T_1, reçus en R, sont assez intenses. Avec une différence de 25 % dans les longueurs d'onde, il est possible de les éliminer, au moyen d'un circuit de compensation branché sur une troisième antenne.

Le poste T_1 sert uniquement à la transmission ; les appareils placés dans ce poste sont commandés à distance depuis le poste R, au moyen de lignes aériennes ordinaires.

Ces mêmes observations s'appliquent au poste T.

La station de Nauen est équipée avec les appareils de la Société Telefunken. La machine génératrice a une puissance de 200 kw. ; l'éclateur comporte un grand nombre de disques en série.

On a réussi à communiquer de Nauen à Togo, soit à une distance de 5.200 km., et de Nauen à Sayville, 6.400 km.

On construira prochainement à Nauen, une nouvelle antenne de 2 km. de long qui sera supportée par un pylône de 350 mètres et 5 pylônes de 120 mètres. La puissance employée sera de 100 kw. dans l'antenne.

Au poste de la Tour Eiffel on emploie deux systèmes : une émission musicale et une émission à étincelles rares.

L'alternateur de la transmission musicale est mû par un moteur branché sur le secteur ; pour les étincelles rares on emploie le courant du secteur.

Pour les grandes puissances, on ne peut plus employer le manipulateur ordinaire ; il faut employer des relais.

Le colonel Ferrié a utilisé avec un grand succès des interrupteurs à mercure.

Digitized by Google

L'éclateur tube-plateau a été décrit précédemment. La capacité du circuit oscillant est de près d'un microfarad. Pour établir la résonance, on emploie des bobines de self. M. Abraham a réussi à enregistrer de nuit à Arlington, aux États-Unis, les signaux envoyés par la Tour Eiffel.

Le système Galletti est encore en expérience. L'antenne est accrochée à une montagne dont la hauteur est de 550 mètres ; la station possède donc une antenne de grande hauteur, mais d'un faible développement horizontal.

Le principe du système est le suivant (fig. 2) :

Avec une source de courant continu, on peut charger un condensateur de capacité C à travers une résistance R. Le temps que met le condensateur à se charger dépend de la capacité du condensateur, de la résistance et de la différence de potentiel.

Quand le condensateur est suffisamment chargé, il se produit une étincelle en T ; la décharge est oscillante.

Comme le courant continu arrive toujours par la résistance R le condensateur va se charger à nouveau ; il se déchargera quand il aura reçu une charge suffisante. On arrive ainsi à obtenir des étincelles qui se succèdent régulièrement.

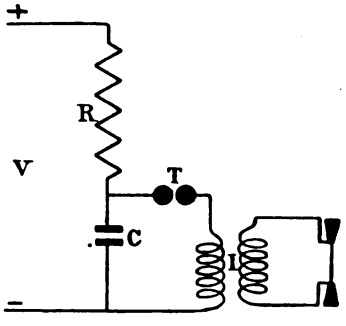


Fig. 2. — Émission par courant continu.

En portant la différence de potentiel à 50.000 et même 100.000 volts et en diminuant la résistance, les étincelles se succèdent de plus en plus rapidement. M. Galletti a pu obtenir 10.000 étincelles par seconde.

Les oscillations ainsi produites servent à exciter l'antenne.

Avec un seul condensateur, la puissance rayonnée n'est pas suffisante pour les grandes portées.

Pour l'augmenter, il est nécessaire d'employer plusieurs condensateurs ; pour conserver la régularité des étincelles, M. Galletti emploie le dispositif suivant (fig. 3).

Les condensateurs C_1 et C se chargent et se déchargent en série dans la self L comme nous venons de voir.

Digitized by Google

Le condensateur C_2, aussi en série avec C, se charge ensuite et se décharge dans la self L ; puis C se charge et se décharge à son tour.

Une étincelle éclate ainsi successivement aux points t_1, t_2, t_3, et cela avec une régularité parfaite. On peut ainsi faire travailler plusieurs circuits oscillant sur la même antenne, ce qui permet

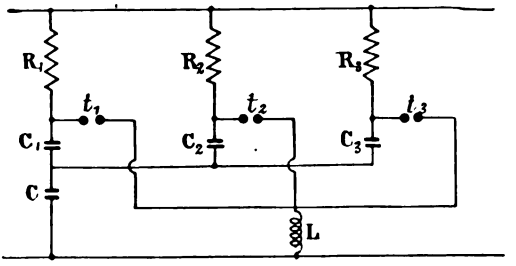


Fig. 3. — Schéma du dispositif Galletti.

d'obtenir de très grandes puissances ; la difficulté qu'on a alors à vaincre est l'échauffement des condensateurs.

La deuxième méthode employée pour produire les oscillations est celle de l'arc.

Un arc est soumis à un champ magnétique intense, et placé dans un gaz. En parallèle avec l'arc, on monte un circuit comprenant une self et une capacité. Quand l'arc fonctionne, il se produit dans le circuit des oscillations que l'on peut rendre tout à fait régulières. La self constitue le primaire du transformateur qui excite l'antenne.

Cet appareil a donné de bons résultats pour les petites distances; on fait actuellement des essais entre San-Francisco et Arlington avec un arc de 30 kw., qui a un bon rendement.

Les signaux de San-Francisco traversent l'Amérique ; malgré cela on les entend bien pendant toute la journée.

On installera prochainement en Irlande un poste qui permettra de communiquer avec le Canada ; on espère que l'arc employé permettra d'utiliser une puissance de 200 kw. Le pylône central aura 150 mètres de haut, et sera entouré de six mâts de 100 mètres.

La troisième méthode qui permet la production des oscillations est l'emploi d'un alternateur.

Digitized by Google

Alors qu'il est très facile de construire un alternateur pour de faibles fréquences, il est très difficile de construire une machine donnant des courants de haute fréquence, car on ne peut pas dépasser une vitesse linéaire de 300 mètres. Pour tourner cette difficulté, les constructeurs ont employé divers dispositifs.

L'alternateur d'Alexanderson permet d'atteindre une fréquence de 100.000 à 200.000. Il comprend un disque tournant entre les bobines inductrices, à côté desquelles se trouvent les bobines induites.

Le disque est en acier, il tourne à une vitesse aussi grande que possible, et il est percé d'échancrures qui font varier l'entrefer et par suite le flux magnétique.

Ces disques, tournant très rapidement, pourraient se rompre sous l'effet de la force centrifuge ; aussi les construit-on en acier aussi résistant que possible ; une autre difficulté provient du frottement de l'air sur la surface des disques, qui est considérable aux vitesses employées. Pour le réduire, on bouche les ouvertures avec du laiton et on polit l'ensemble afin de rendre la surface aussi lisse que possible.

Des engrenages permettent de faire tourner le disque à une vitesse de 20.000 tours par minute, ce qui permet d'atteindre une fréquence de 100.000. La vitesse linéaire est alors de 300 mètres par seconde.

Le principe de l'alternateur de M. Goldschmidt est tout différent ; l'auteur part de cette idée qu'il est impossible de réaliser une machine donnant directement du courant à 100.000 périodes, mais qu'on peut construire une machine donnant du courant de plus basse fréquence et ensuite multiplier cette fréquence.

Prenons une machine à courant triphasé, excitée en courant continu, cette machine donnant un courant de fréquence N ; si le courant produit dans le rotor de cette machine est envoyé dans le stator d'une machine semblable, il se produira un champ tournant correspondant à la fréquence N ; dans le rotor de cette machine tournant à sa vitesse de régime, il se produira un courant de fréquence 2 N ; on peut ajouter une troisième machine, dans

Digitized by Google

laquelle on aura un courant de fréquence 3 N. M. Goldschmidt a eu l'idée de combiner toutes ces machines en une seule, en mettant les différents enroulements en résonance pour chacune des périodes considérées.

On peut d'ailleurs employer une machine monophasée, qui donnera les mêmes résultats (fig. 4) ; le stator est relié à la source à courant continu ; il se produit dans le rotor un courant de fréquence N, qui est envoyé dans un circuit comprenant le rotor mis en réso-

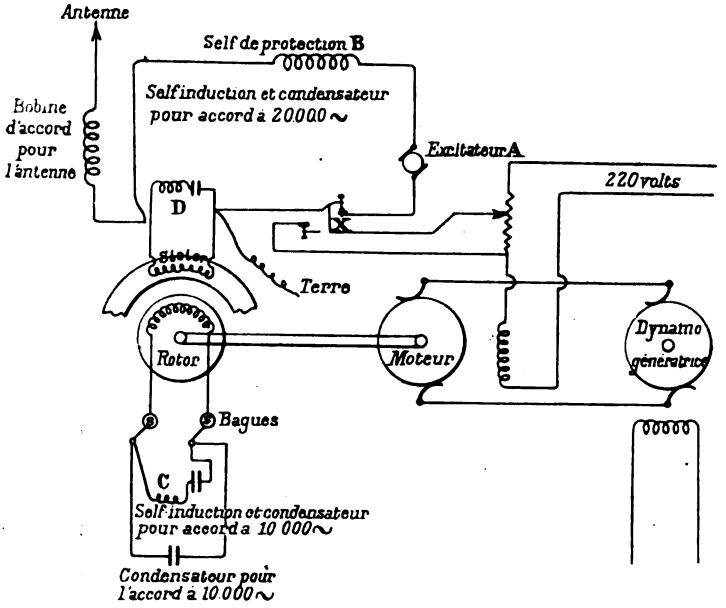


Fig. 4. — Schéma de l'émission du poste Goldschmidt de la station de Nauen.

nance sur cette fréquence ; le champ produit, en réagissant sur le stator, donne un courant de fréquence 2 N ; ce courant réagit à nouveau sur le rotor et donne un courant de fréquence 3 N, qui réagit lui-même sur le stator et donne un courant de fréquence 4 N ; celui-ci sert à exciter l'antenne.

De petites machines de ce genre ont donné de bons résultats : on a construit un alternateur de 150 kw., qui est encore en essai, avec lequel on atteindra une longueur d'onde de 7.500 mètres.

Digitized by Google

La station de Eilvese, qui utilise cette machine, a une antenne supportée par un pylône de 250 mètres de hauteur.

Nous examinerons maintenant ce qui concerne la réception.

Il n'y a pas grande différence entre les méthodes employées pour recevoir aux grandes et aux petites distances. Dans le cas qui nous occupe, cependant, l'intensité des signaux est très faible, et les perturbations atmosphériques sont plus gênantes.

L'antenne est reliée au circuit du détecteur par l'intermédiaire d'un transformateur.

Le détecteur est d'un modèle quelconque. On sait qu'il existe deux catégories de détecteurs. Les premiers sont sensibles à une différence de potentiel, les autres à une intensité.

On règle les bobines de self et les capacités de façon que la différence de potentiel aux pôles du détecteur soit aussi grande que possible. Si cette différence de potentiel est élevée, comme la résistance du détecteur n'est pas infinie, il circule un courant dans le circuit ; il y a une énergie dépensée et le détecteur augmente l'amortissement. Il y a donc une limite à l'augmentation de la tension aux bornes du détecteur. On peut aussi employer deux condensateurs pour diminuer, dans une proportion convenable, la différence de potentiel aux bornes du détecteur.

Pour augmenter l'acuité de la résonance, on peut introduire un troisième circuit. Le circuit intermédiaire, excité par l'antenne, réagit sur le circuit du détecteur. On peut ainsi réduire les effets des perturbations atmosphériques et augmenter la syntonie de l'ensemble.

Dans le système de la Compagnie Marconi, le troisième circuit comprend deux bobines et un condensateur branché entre elles. Ce dispositif permet d'éliminer facilement les signaux des stations dont les longueurs d'onde sont voisines de celles que l'on désire recevoir.

On peut augmenter la puissance des signaux reçus pas l'emploi de divers dispositifs : l'un d'eux est le relais de M. Brown, destiné à remplacer le téléphone habituellement employé ; il comprend des bobines, comme un récepteur téléphonique ; le diaphragme est remplacé par une petite lame d'acier bien rigide. Le contact

Digitized by Google

est un charbon poli, sur lequel appuie une petite pointe d'un métal très dur, généralement un alliage d'iridium et d'osmium.

Ce relais est monté aux bornes du détecteur comme un téléphone ordinaire ; à travers la pointe passe un courant qui agit sur le téléphone. On peut ainsi augmenter considérablement l'intensité des signaux reçus. Au contact, il se produit un effet microphonique qui est une cause de troubles ; pour l'éviter, il faut mettre l'appareil à l'abri des vibrations et des bruits extérieurs.

Dans ces derniers mois on a imaginé des relais basés sur les propriétés des tubes à vide. L'un d'eux est le relais de Lieben.

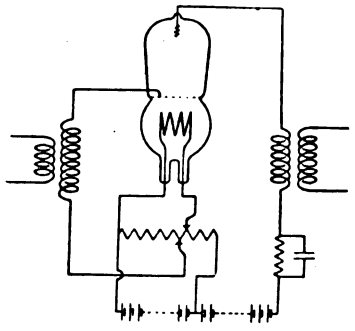


Fig. 5. — Relais Lieben.

L'ampoule, remplie d'un gaz raréfié, contient un filament qu'on peut porter à l'incandescence ; pour augmenter la quantité des électrons émis, on imprègne le filament d'oxyde de chaux. On voit à la partie supérieure de la figure une plaque, à la partie inférieure une pile. Entre la plaque et le filament, il y a une différence de potentiel d'environ 220 volts : un courant de faible intensité traverse l'ampoule ; entre la plaque et le filament on place une grille métallique en aluminium qui empêche le passage des électrons. Un transformateur permet de mettre sur la grille le courant venant du détecteur ; on recueille alors un courant amplifié entre le filament et la plaque ; ce courant produit un son dans le téléphone.

L'appareil employé en pratique comprend deux relais Lieben.

Cet appareil produit une amplification des signaux d'environ 50 fois ; il n'a pas les inconvénients des relais ordinaires qui comprennent des parties mécaniques ; il n'a pas de constante de temps.

On construit actuellement des relais qui constitueront un des plus grands progrès réalisés en télégraphie sans fil. Si nous voulons faire concurrence aux câbles, il faut transmettre très rapi-

Digitized by Google

dement ; actuellement on arrive à 20 mots par minute, mais cette vitesse n'est pas suffisante, et il faut trouver un moyen d'enregistrer les signaux. Les courants reçus ont des intensités de 1/50 de microampère ; les relais qui ont été essayés reposent sur des principes divers, mais n'ont pu encore réussir à enregistrer d'aussi faibles intensités.

Le premier est le relais Orling (fig. 6). Il comprend un équipage mobile, analogue à celui d'un siphon recorder, placé dans un champ magnétique intense. Ce cadre se déplace quand il est parcouru par un courant. Le mouvement est trop faible pour être inscrit.

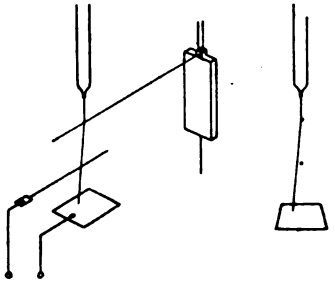


Fig. 6. — Relais Orling.

Un mince jet d'eau acidulée descend sur le plateau conducteur en touchant la tige mince, supportée par le cadre ; le déplacement angulaire du jet d'eau est bien plus grand que celui de la tige (environ 10 à 20 fois) ; dans la position de repos du cadre, la tige est juste au contact avec la surface externe du jet d'eau.

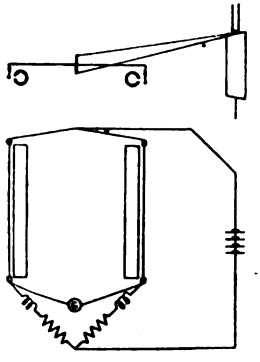


Fig. 7. — Relais pour réception radiotélégraphique.

On peut ainsi recevoir les signaux et les imprimer avec un appareil ordinaire, par exemple l'automatique Wheatstone. On obtient de bons résultats avec des courants de l'ordre du microampère, mais on espère arriver à faire fonctionner l'appareil avec des courants plus faibles.

Le second relais comporte encore un cadre mobile supportant deux fils très minces, qui forment deux des bras d'un pont de Wheatstone (fig. 7) ; quand le cadre se déplace l'un monte et l'autre descend. Un courant d'air frappe les deux fils ; quand le cadre se déplace l'un entre dans le courant d'air et l'autre en sort. Les deux fils sont chauffés par le courant d'une batterie d'accumulateurs, celui qui entre dans le courant

Digitized by Google

d'air est refroidi, sa résistance varie. L'équilibre du pont est détruit. On remplace le galvanomètre par un relais sensible analogue à ceux qu'on emploie en télégraphie sous-marine. Des bobines de self montées sur les bras du pont empêchent des variations trop rapides du courant et augmentent la rapidité du relais.

Nous terminerons par quelques remarques.

La puissance à installer est de 500 ou 1.000 chevaux-vapeur ; il faudra construire une véritable station centrale, et se trouver à proximité de l'eau et du charbon. Il faudra en outre que l'emplacement du poste soit situé près de la mer, à une altitude un peu supérieure, sans qu'il soit masqué par des montagnes qui puissent gêner les communications. En outre, les antennes dont la longueur est de l'ordre de 1 km., exigent une étendue de terrain assez grande ; de plus, les plaques de terre empêchent la culture dans le voisinage. Enfin ces postes devront être hors de portée du canon des navires, et pouvoir communiquer facilement avec le réseau télégraphique intérieur du pays.

Digitized by Google

Le service postal, télégraphique et téléphonique
DANS LES ADMINISTRATIONS ET LES ARMÉES
DES PAYS ENNEMIS

Utilisation des lignes télégraphiques souterraines en Allemagne [1]

La construction du réseau de câbles allemands a été commencée en 1876. Les conducteurs sous câbles furent d'abord desservis au Morse et au Hughes ; mais la capacité de rendement de ces appareils se trouvait limitée par les phénomènes perturbateurs de charge. Les études, poursuivies jusqu'en 1888, ont amené une amélioration du service, par suite de la diminution de la résistance sur le circuit télégraphique et de l'emploi du transmetteur Zink, particulièrement en ce qui concerne les conducteurs desservis au Morse. En 1888, le bureau des expériences télégraphiques fut chargé de la direction du service télégraphique souterrain. Grâce au montage de bobines d'inductance, le service au Hughes fut assuré sur des lignes allant jusqu'à 400 km., et le service au Morse sur des lignes allant jusqu'à 500 km. ; en outre, la transmission duplex au Hughes fut rendue possible. Dans ces derniers temps, les câbles furent aménagés pour les transmissions rapides, de manière que l'on peut aujourd'hui travailler en duplex, avec des télégraphes rapides, sur des distances quelconques. Le mode d'exploitation actuel décuple le rendement de chaque fil du câble.

Création du réseau de cables. — Les premières lignes télé-

1. Communication du *Bureau d'Études des Télégraphes allemands* (1914).

Digitized by Google

graphiques souterraines ont été installées en 1847, pour relier Berlin à Aix-la-Chapelle, à Francfort-sur-Mein et à Hambourg. Ces lignes se composaient de simples fils sous gutta qui étaient enfouis dans le sol, sans aucune protection. On dut les abandonner au bout de peu de temps, car des avaries mécaniques et la décomposition chimique de la gutta-percha ne tardèrent pas à les mettre hors d'usage ; mais l'expérience ainsi acquise conduisit à de nouveaux essais. Immédiatement après 1860, l'Administration générale prussienne élabora un projet d'ensemble de réseau de câbles, qui prévoyait même le prolongement des lignes au-delà des frontières pour l'écoulement du trafic international. Ce projet, après avoir été un moment abandonné, fut bientôt repris, et, le 14 mars 1876, on donna le premier coup de pioche pour la pose du câble Berlin-Halle. Une dépense de 40 millions de marks permit de relier entre elles et avec Berlin la plupart des grandes villes, au moyen de câbles sous gutta, à plusieurs conducteurs et armature en fer, qui furent ensuite prolongés jusqu'en Bavière et en Wurtemberg. Le réseau total comprend une longueur d'environ 6.300 km. de câbles, donnant environ 13.000 km. de conducteurs.

Le service d'étude des cables. — A l'occasion de la pose des câbles, on organisa un service spécial d'étude, placé sous la direction d'un ingénieur des Télégraphes. Ce service fut chargé de mesurer régulièrement l'isolement et la conductibilité des conducteurs et de déterminer leur « capacité de rendement pour les appareils en usage dans l'Administration, etc., ainsi que pour les appareils spéciaux construits pour ces conducteurs ». On devait d'abord déterminer à quelle distance on pouvait télégraphier au Morse ou au Hughes sans translation et, en outre, constater quelle augmentation de rendement peut être réalisée par l'emploi de l'appareil Wheatstone, particulièrement en tenant compte de l'influence perturbatrice des courants de retour se produisant sur les câbles, et lorsqu'on emploie la transmission par courants alternatifs, ou encore le dispositif portant le nom de Switch ou des condensateurs. En 1888, le Bureau des ingénieurs télégra-

Digitized by Google

phistes a succédé à ce service, en ce qui concerne les essais des câbles et leur exploitation ; depuis lors, la direction des câbles est demeurée une de ses attributions les plus importantes.

Premiers essais au Morse et au Hughes. — Pour l'utilisation pratique des conducteurs sous câbles, on a d'abord songé aux appareils Morse et Hughes, que l'on a employés avec succès. Mais la vitesse de transmission était limitée par les phénomènes perturbateurs de charge. Sans doute, pour des distances assez courtes, d'environ 150 km., on pouvait réaliser la vitesse usuelle de 90 signaux à la minute avec le Morse et de 190 signaux (120 tours) à la minute avec le Hughes, obtenue sur les lignes aériennes. Mais pour atteindre la même vitesse sur des distances plus longues, on dut recourir à des moyens auxiliaires spéciaux.

Le premier stade du développement de ces moyens est constitué par les travaux du service des essais de câbles, dont le détail essentiel se trouve reproduit ci-après.

Pour atténuer l'influence nuisible de la charge, on diminua d'une part son élévation et, d'autre part, on chercha à accélérer la charge et la décharge.

Détermination de la batterie et de la durée du courant. — La batterie, considérée comme un facteur de l'élévation de la charge, fut d'abord limitée à 60 éléments au plus, car on craignait, avec des tensions plus élevées, de compromettre l'isolement des câbles. Mais dès qu'il fut établi que des courants continus beaucoup plus intenses n'endommagent pas l'isolant des câbles, la Direction Générale autorisa l'emploi de tensions plus élevées. Il fut toutefois prescrit que l'on ne dépasserait point le voltage correspondant à la charge la plus faible possible.

Dès 1878, on a cherché à réduire la charge, dans le service au Hughes, en raccourcissant la lèvre du chariot. Mais cet expédient n'a pas été retenu. Dans ces derniers temps, cependant, on a proposé la reprise des essais avec une lèvre de chariot raccourcie.

Élimination du courant de retour. — Afin d'éviter que le récepteur du bureau transmetteur obéisse au courant de décharge

Digitized by Google

du câble, qui se produit après chaque signal, on monta, avant le récepteur Morse, un relais polarisé, et on travailla aux deux extrémités de la ligne avec des batteries de polarité différente. Le courant de décharge prend alors une direction opposée à celle du courant de transmission, et il n'actionne point le relais.

Diminution de la résistance du circuit. — a) *Résistance de la batterie.* — Une accélération de la charge et de la décharge fut obtenue par la diminution de la résistance entre le point initial du câble et la batterie, ainsi qu'entre le point extrême du câble et la terre.

Les éléments Meidinger, alors d'un usage général dans l'Administration télégraphique, furent montés d'abord deux par deux en parallèle, et plus tard trois par trois. Avec une pareille pile, qu'il fallait entretenir avec un soin spécial, on ne pouvait guère alimenter simultanément que deux à trois conducteurs sous câble. Plus tard, l'introduction des accumulateurs (1889) a fait disparaître toutes les difficultés résultant de la pile.

b) *Appareils Hughes avec échappement mécanique.* — Dès 1877, on a essayé des appareils Hugues montés de telle sorte que les bobines du récepteur ne se trouvaient placées sur la ligne que lors de la réception ; par suite, le courant de départ n'était plus entravé par la résistance des bobines. Pour le contrôle de la transmission, l'armature se trouvait *mécaniquement* déclanchée lors de l'envoi des signaux. L'émission du courant se trouva ainsi essentiellement améliorée. Aujourd'hui ces appareils s'emploient généralement pour le service des câbles, sous une forme perfectionnée qui date seulement des dix dernières années du XIX^{e} siècle.

c) *Diminution de la résistance des appareils récepteurs.* — L'insertion du relais polarisé, pour empêcher les effets du courant de retour, diminua la résistance à l'extrémité de la ligne et améliora, par suite, la courbe du courant. En raison de sa résistance relativement minime, de 2 $\times$ 100 ohms seulement, on donna la préférence au petit relais polarisé allemand. Une tentative pour réduire également la résistance de l'appareil Hughes (2 $\times$ 600 ohms) échoua, par suite de l'inconstance de l'aimant permanent,

Digitized by Google

que l'on aurait dû atténuer en raison de la diminution du nombre des ampères-tours. Par contre, l'insertion d'une petite résistance avant les relais donna des résultats favorables pour l'appareil Hughes. On essaya d'atténuer la résistance des relais de câbles « même aux dépens de la sensibilité » et on descendit, jusqu'à environ 2×25 ohms.

On a, en outre, monté en parallèle les enroulements des deux branches de l'électro-aimant des appareils récepteurs, afin de réduire la résistance, et avec l'intention d'atténuer ainsi la self-induction de l'appareil et d'améliorer la courbe du courant.

Le transmetteur Zink. — Pour accélérer la décharge, en s'inspirant de l'expérience acquise en télégraphie sous-marine, on a eu recours à l'envoi d'un contre-courant aussitôt après l'émission de chaque signal. La clef de décharge, employée d'abord, ne tarda pas à être remplacée par le transmetteur « Zink ». Avec ce transmetteur, un relais local S (fig. 1), en dérivation sur le transmetteur T, reproduit les signaux et, chaque fois que le transmetteur ferme le contact de repos k^1, il met la ligne en communication, pendant un instant, avec la batterie de contre-courant B_1. Les résultats obtenus donnèrent satisfaction pour le service au Morse, mais on n'a pas réussi à obtenir un dispositif pratique pour les lignes desservies au Hughes ; les tentatives échouèrent par suite de la difficulté de déterminer exactement le moment propice de l'application de la contre-batterie, et aussi à cause de la difficulté que l'on éprouvait à évaluer la durée du contre-courant.

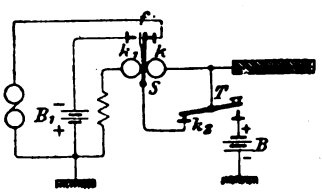


Fig. 1. — Transmetteur Zink.

Dispositifs en service en 1888. — Les résultats des études peuvent se résumer ainsi : emploi de batteries aussi faibles que possible ; amélioration de l'émission des signaux par la diminution de la résistance du circuit ; accélération de la décharge par l'émission d'un contre-courant. Les moyens auxiliaires, employés

Digitized by Google

pour apprécier la valeur des mesures adoptées, furent, en premier lieu, l'observation de la manière dont se comportaient les appareils récepteurs, ensuite l'enregistrement des courbes du courant. Le relais translateur n'était pas employé, bien qu'il eût été recommandé comme le meilleur expédient possible. On redoutait les inconvénients d'un relais mal entretenu et on ne se résignait au sectionnement des conducteurs que lorsque cette solution paraissait inévitable. Cette circonstance peut avoir contribué au fait que le service Hughes, à cette époque, n'a eu à enregistrer aucun progrès essentiel. Peut-être aussi l'appréciation du résultat des essais, avec de nouveaux montages, a-t-elle été fréquemment altérée parce que l'on faisait souvent les expériences sur une boucle formée de deux âmes d'un même câble, et cela sans tenir compte de leur induction réciproque.

La transmission Morse avait bénéficié d'un perfectionnement appréciable ; toutefois, pour communiquer à de grandes distances, on dut toujours réduire la vitesse à ce que l'on appelle la « capacité du câble », et s'attacher particulièrement, après chaque signal, à fermer soigneusement le contact de terre de la clef produisant la décharge du câble.

LE BUREAU DES INGÉNIEURS TÉLÉGRAPHISTES

La « dérivation volante ». — La création du Bureau des ingénieurs nous fait entrer dans la deuxième phase du développement de la télégraphie souterraine. La première amélioration appréciable fut l'emploi de la dérivation mise temporairement en circuit. Avec ce dispositif, le récepteur M, actionné par le relais R (fig. 2), introduit automatiquement, aussitôt après avoir fonctionné, une dérivation *r*, parallèlement aux enroulements du relais récepteur R et, par suite, l'écoulement du reste de la charge à la terre se trouve favorisé en même temps que l'intensité, dans le relais récepteur, est réduite

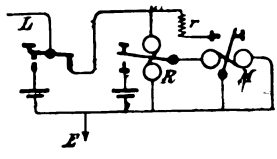


Fig. 2.— « Dérivation volante » de Müller.

Digitized by Google

et atteint plus rapidement l'intensité critique nécessaire pour la libération de l'armature. Avec les appareils Hughes, on a donc employé la « dérivation volante » pour connecter la résistance de l'appareil transmetteur, au point initial de la ligne, pendant la transmission. Quand l'appareil Hughes fonctionne comme récepteur, il court-circuite lui-même, automatiquement, ses enroulements d'électro-aimant après le fonctionnement de l'armature.

Bobines d'inductance. — La dérivation fut abandonnée, peu après 1890, par l'emploi de bobines d'inductance montées en dérivation (fig. 3) non seulement au point initial et au point terminus, mais encore à différents points du trajet sur les longues lignes. La self-induction de ces bobines fut réglée, grâce à une modification du circuit magnétique, de telle sorte que le courant de décharge se trouvait compensé par l'extra-courant de rupture des bobines.

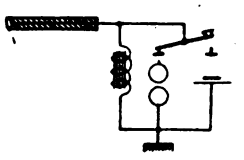


Fig. 3. — Bobine d'inductance au point initial et au point terminus du câble.

Dispositifs en service en 1895. — Le fonctionnement des câbles doit une grande amélioration à l'emploi des bobines, en même temps qu'à la diminution de la résistance de la batterie, donnée par l'emploi d'accumulateurs, et enfin à la diminution de la résistance des appareils, résultant de l'usage, comme récepteurs, de relais polarisés à faible distance; en outre, grâce à l'emploi d'appareils Hughes pourvus d'un déclanchement automatique, le service au Hughes, avec les bobines d'inductance, a été rendu possible sur des trajets de 300 à 450 km. Pour les lignes plus longues, on eut recours à des translations intermédiaires. En même temps, on parvint à transmettre au Morse, à la vitesse normale, sur des distances s'élevant jusqu'à 500 km.

L'observation des courbes de courant, à l'aide de l'ondemètre, (1899) a montré que, dans le service au Hughes sur de longs câbles, il importe au plus haut point, d'obtenir une décharge aussi complète que possible.

Digitized by Google

Service duplex au Hughes. — Quelques câbles ont encore été aménagés pour le service duplex au Hughes. En raison de leur minime résistance, on a adopté, à cet effet, le montage différentiel. Sur la diagonale de la ligne réelle et de la ligne artificielle, on plaçait en dérivation une bobine d'induction J, réglable par le déplacement du fer et reliée à la terre (fig. 4). Le condensateur transversal, Q, servait à équilibrer les différences de tension résultant des petits défauts d'égalisation de la ligne artificielle KL. Le relais R portait sur chaque enroulement une résistance de 250 ohms; les bobines du galvanoscope différentiel, D, avaient chacune 75 ohms et, en avant de la batterie, on avait monté la résistance usuelle de sécurité, r_1, de 80 à 120 ohms, ainsi qu'un fusible, F, de 12 ohms, ce qui donnait, entre la batterie et le câble, une résistance totale d'environ 400 à 450 ohms. La ligne sous câble la plus longue, ainsi aménagée, a été un fil du câble Berlin-Königsberg, pourvu d'une translation à Köslin (Berlin-Köslin, 337 km.; Köslin-Königsberg, 376 km.). La plus longue ligne sans translation a été la ligne Hughes-duplex de Berlin à Breslau (373 km.).

Courants étrangers. — L'extension ultérieure du service Hughes sur les câbles rencontra successivement des difficultés toujours plus grandes. Avec le chiffre de 350 à 400 km., on avait atteint la limite au-delà de laquelle le service devenait incertain avec les montages alors employés. L'emploi des bobines d'induction et surtout l'introduction du fonctionnement en duplex, rendirent nécessaire l'usage de tensions plus élevées (jusqu'à 160 volts) d'où accroissement de l'induction sur les fils voisins. Les perturbations dues à l'induction devinrent d'autant plus sensibles que l'on étendit le service au Hughes sur le réseau de câbles. En outre, par suite de l'action des réseaux industriels, notamment des réseaux à courants alternatifs et à courants triphasés, des courants parasites d'une intensité importante furent provoqués sur les câbles. Les perturbations ainsi déterminées s'accrurent avec l'extension des installations d'éclairage et de force motrice.

Digitized by Google

TÉLÉGRAPHES RAPIDES

Alors que se multipliaient ainsi les perturbations menaçant de restreindre l'utilisation des câbles, le trafic exigeait d'eux un rendement toujours plus élevé, et l'on dut songer à l'introduction des télégraphes à transmission rapide.

La mise en service du télégraphe rapide Donald Murray, en 1904, sur le câble Berlin-Hambourg, marque le début du troisième stade de l'évolution de la télégraphie souterraine. On a d'abord organisé le service simple, en aménageant un fil du câble pour le trafic de Berlin à Hambourg, et un second fil pour les relations de Hambourg à Berlin. Ultérieurement on réalisa le fonctionnement en duplex des télégraphes rapides. Ces résultats ont été grandement facilités par la large utilisation de l'oscillographe pour l'enregistrement des courbes de courant, non seulement dans le laboratoire, mais aussi au cours du service sur les lignes. Afin de pouvoir observer les phénomènes dont une ligne est le siège, pendant un temps prolongé, on a pourvu l'oscillographe d'un dispositif qui permet de recueillir les courbes de courant sur un film ou sur un ruban de papier de 3 mètres de longueur. Les essais effectués ont simplifié les montages télégraphiques et supprimé, autant qu'on le pouvait, les dispositifs auxiliaires, qui nécessitent un réglage et un entretien. Pour le fonctionnement des lignes télégraphiques rapides et des plus importantes lignes duplex au Hugues, on emploie un courant de repos d'après le montage de la fig. 5. Comme, dans ce système, la force d'attraction qui amène l'armature du relais sur le contact de travail est égale à celle qui l'amène ensuite sur le contact de repos ; comme, en outre, l'intensité critique déterminant le fonctionnement du relais dans un sens ou

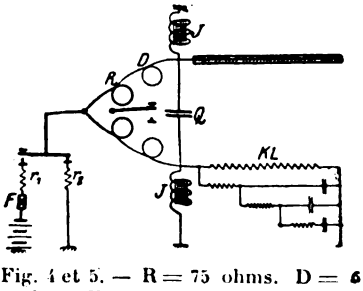


Fig. 4 et 5. — R = 75 ohms. D = 6 ohms. F = 12 ohms. A < 1 ohm. Bω = F. Montage différentiel avec courant de repos.

Digitized by Google

dans l'autre, en cas de réglage neutre de l'armature, tombe dans sa partie la plus escarpée de la courbe de courant, les relais obéissent mieux qu'avec l'emploi d'un courant simple, ils se règlent plus facilement et sont moins énergiquement influencés par les courants étrangers. La résistance entre la batterie et le câble a été réduite à environ 100 ohms — autrefois 450 ohms — par la diminution de la résistance du relais à 75 ohms, par l'élimination des résistances de sécurité en avant des batteries et par l'emploi de galvanoscopes différentiels d'une résistance d'au plus 6 ohms. L'intensité de régime, particulièrement en vue de neutraliser l'influence des courants étrangers, a été fort élevée au regard des chiffres d'autrefois ; elle mesure au repos 35-40 milliampères. On n'emploie point de bobines d'induction. Sur des distances d'environ 250 km., on atteint une vitesse transmissive d'environ 700 signaux par minute. Pour les grandes longueurs de câbles, on emploie des translations duplex à courant de repos avec montage différentiel (fig. 6) et faible résistance, installations d'une grande simplicité et qui se prêtent également au service de l'appareil Hughes, de l'appareil Baudot et d'autres télégraphes rapides.

La batterie employée est généralement de + 40 volts et, en ce qui concerne certaines lignes assez longues, de + 60 volts.

Le courant de repos est toujours positif.

ÉTAT ACTUEL DES DISPOSITIFS EN EXPLOITATION. — Les caractéristiques essentielles des procédés aujourd'hui employés sur tous les câbles allemands sont les suivantes : Très faible résistance entre le câble et la batterie ou la terre ; emploi du courant de retour ; sectionnement des câbles en longueurs d'environ 250 km. ; montage de toutes les âmes du même câble, dans les mêmes bureaux, sur des translations ou des appareils terminus. Ces installations ont donné, dans le service, d'excellents résultats ; les essais des appareils rapides, par exemple, avec une vitesse d'environ 550 signaux par minute dans chaque sens, sur une longueur de 1.700 km. et avec insertion de sept translations, lorsque les conducteurs voisins fonctionnaient simultanément, ont donné une

Digitized by Google

transmission irréprochable en duplex. Les appareils actuellement employés en Allemagne sur des lignes aériennes peuvent tous

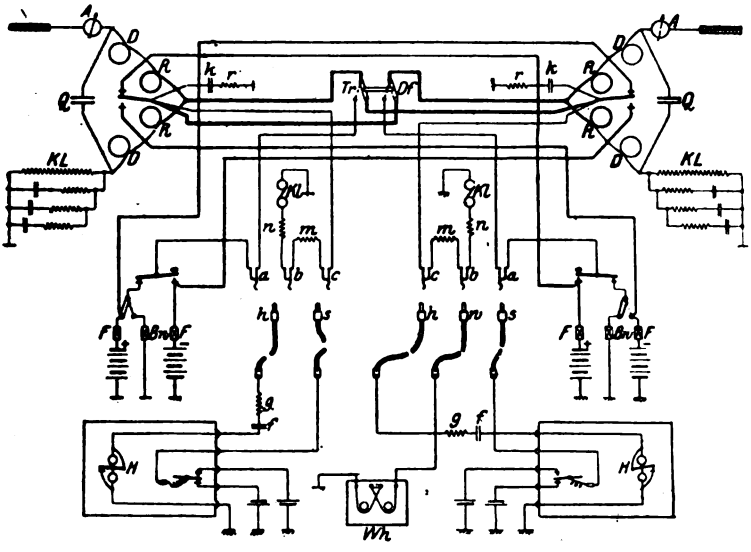


Fig. 6. — Translateur duplex à double courant.

Tr	Position de coupure.
Df	Position de communication directe.
R	Enroulement de relais 75 ohms.
D	Enroulement de galvanomètre différentiel 6 ohms.
A	Milliampéremètre.
Q	Condensateur transversal 10—20 microfarads.
Kr P	Protection contre l'étincelle 0,25 microfarad. 300 ohms.
KL	Ligne artificielle.
F	Fusible 12 ohms.
Bw	Résistance = Résistance de batterie.
m	10.000 ohms.
n	600 ohms.
Kl	Parleur polarisé.
H	Appareil Hughes dont la partie transmission est isolée de la réception.
Wb	Récepteur Wheatstone.
a	Ressort pour insertion du transmetteur Hughes par la fiche s.
b	Ressort permettant de lire sur le Wheatstone par la fiche w.
c	Ressort permettant de lire le Hughes par la fiche h.
f	0,5 microfarad.
g	300 ohms.

être utilisés sur les lignes souterraines ; on y trouve en service les appareils suivants : Parleur, Hughes, Wheatstone, Baudot et le télégraphe rapide imprimeur de Siemens.

Le service Baudot par câble diffère du même service par ligne

Digitized by Google

aérienne en ce sens que les secteurs rattachés à un distributeur s'utilisent tous dans le même sens ; le travail simultané dans les deux sens et sur le même fil est rendu possible par le système duplex, car pour transmettre et pour recevoir, on utilise les distributeurs électriquement indépendants les uns des autres — avec une commande commune ou séparée.

La plus longue ligne allemande sous câble, desservie par un télégraphe rapide et actuellement utilisée, mesure 822 km. avec trois translations ; quant à la plus longue ligne Hughes duplex actuellement existante, elle mesure 810 km. avec trois translations également.

La mesure dans laquelle le rendement du réseau de câbles s'est accru ressort de la comparaison ci-après de la situation présente avec la situation ancienne :

Des 56 lignes souterraines partant de Berlin, on en comptait, vers 1890 : 17 desservies au Morse, 2 au parleur, 37 au Hughes, toutes montées en simplex. Aujourd'hui les mêmes lignes se répartissent comme suit : 4 desservies au parleur et 13 au Hughes en simplex, 28 desservies au Hugues duplex et 11 aux télégraphes rapides duplex. Vers 1890, les 56 lignes précitées pouvaient transmettre simultanément 8.700 signaux au total, par minute ; aujourd'hui elles en transmettent 26.700. L'extension imminente du service rapide va accroître l'utilisation du réseau des câbles.

Des lignes rapides, sept fonctionnent au Siemens et deux au Baudot. Pour l'écoulement du trafic international, on utilise encore deux fils souterrains, au Wheatstone duplex, et un fil au Baudot duplex. Ces fils sont reliés, à la frontière, par des translations d'un montage spécial, avec des câbles sous-marins. La ligne souterraine la plus longue, qui bénéficie du service rapide, mesure 1.060 km.

Sur d'autres lignes, on peut faire entrer provisoirement dans le circuit, quand viennent à manquer des sections aériennes, des grandes lignes internationales, des fils souterrains aménagés pour le service rapide.

Alors qu'autrefois le Hughes ne pouvait fonctionner que sur

Digitized by Google

des lignes souterraines relativement courtes, la distance, sur les câbles, ne joue plus un rôle essentiel, même pour les appareils à grande vitesse. Il serait, par exemple, possible d'installer un service télégraphique rapide et direct entre les deux bureaux de câble les plus éloignés l'un de l'autre, par exemple entre Königsberg et Mulhouse (1.650 km.) et y appliquer une vitesse de transmission égale à peu près à dix fois celle autrefois réalisable sur un câble avec un appareil Hughes.

Service des postes et télégraphes en Allemagne et dans les pays occupés.

Une des plus grandes difficultés rencontrées depuis la guerre pour assurer le service postal est le manque de plus en plus accentué d'unités exercées ; il faut sans cesse prélever sur le personnel de la métropole des agents, sous-agents, et ouvriers pour le service militaire, pour les besoins croissants de la poste aux armées et de la télégraphie de campagne, et pour le fonctionnement des services d'exploitation dans les pays occupés. On a fait appel, dans l'intérieur du pays, à un personnel inexpérimenté ; ce personnel auxiliaire lui-même a été appelé sous les drapeaux, si bien qu'en définitive, les hommes ont fini par faire défaut. On a donc eu recours aux femmes, et l'on a vu en 1915 cette nouveauté postale : la femme facteur et la femme postillon.

Dans les pays occupés, l'Administration a organisé, en plus du service de campagne, un service postal et télégraphique à l'usage de la population civile.

Chaque district postal comprend un ou plusieurs des cercles politiques. Un bureau régional (*Kreispostamt*) centralise les affaires du district postal.

Le service comporta tout d'abord la transmission des lettres ; Un service de mandats jusqu'à 1.000 fr. a été ensuite créé, avec les mêmes restrictions que pour les envois de lettres. On peut s'abonner dans tous les bureaux aux différents journaux. On a, en outre, institué un service de recouvrements ; le maximum

Digitized by Google

des envois est de 1.000 fr. Des boîtes avec valeur déclarée peuvent être admises.

Le service télégraphique se développe parallèlement ; les mandats télégraphiques ne sont pas admis ; les télégrammes en langage clair ne sont acceptés que jusqu'à 15 mots et pour un nombre de bureaux strictement limité.

Organisation du service postal aux armées.

Jusqu'au milieu du siècle dernier, les bureaux de l'intérieur de l'Allemagne avaient correspondu directement avec les bureaux aux armées, mais le trafic s'étant considérablement accru, il fallut mettre sur pied une organisation nouvelle.

En ce qui concerne les questions de service proprement dit, la poste aux armées dépend de la poste civile, c'est l'Administration centrale qui, de Berlin, fixe les principes généraux de l'exploitation.

Sur le théâtre des opérations, la direction du service, la réglementation et la surveillance des bureaux, sont dévolues au directeur général de la postes aux armées (*Feldoberpostmeister*) qui se tient au grand quartier général et relève du chef d'état-major général. Ce directeur général a sous ses ordres immédiats des directeurs d'armée, qui ont la haute main sur tous les établissements de leur armée. Leur rôle essentiel consiste à établir et à régler les communications nécessaires avec l'intérieur et les armées voisines. Les itinéraires postaux suivent les routes d'étapes et les envois sont acheminés par les trains militaires, à défaut, par camions automobiles ou par véhicules à chevaux. Plus de 800 autos sont actuellement utilisés par la poste. Pour chaque armée, l'itinéraire principal est naturellement celui que parcourent les envois de ou pour l'Allemagne. Il a son point de départ à la frontière, à un bureau spécial de tri analogue à nos bureaux-frontières (*Leitpunt*) sur lequel sont dirigées chaque jour, par les 23 centres régionaux de tri de l'intérieur (*Postsammelstellen*) les correspondances à destination de l'armée qu'il dessert.

Le directeur d'armée choisit, sur les routes d'étapes, les points

Digitized by Google

les plus favorables pour installer des stations de campagne (*Feldpoststationen*). Ces stations reçoivent et distribuent le courrier des corps de troupe, et des hôpitaux de leur ressort. Tandis que, par définition même, les bureaux de campagne (*Feldpostanstalten*) sont mobiles et se déplacent avec les troupes en marche.

En raison de leur situation, certaines stations servent de bureau de passe ; elles dirigent sur les bureaux de campagne le courrier d'Allemagne.

L'emplacement des stations est toujours connu des bureaux de campagne, dont les cantonnements varient avec la marche et les mouvements de troupes, et dont le tri doit par conséquent se modifier avec les circonstances.

La règle générale, pour les bureaux mobiles, est d'aviser chaque jour, en temps utile, de leur prochain lieu de cantonnement, le directeur d'armée, afin que ce dernier soit en mesure de leur faire parvenir le courrier. Mais souvent ils ne peuvent s'y conformer, soit parce qu'ils sont informés trop tard, soit parce que c'est un secret militaire, soit parce qu'il n'y a pas de moyen pratique d'aviser à temps les services de l'arrière. Ce système de fonctionnement explique pourquoi les familles reçoivent des correspondances, alors que les soldats ne reçoivent rien ; la raison en est que les bureaux de campagne peuvent acheminer le courrier sur les stations d'étapes dont ils connaissent l'emplacement.

Plus de 8.000.000 de correspondances sont déposées chaque jour en Allemagne à destination des divers fronts. Les centres de tri les séparent par bataillons, escadrons, batteries, etc... afin d'en faciliter la remise aux vaguemestres. D'autre part, chaque bureau de campagne manipule de 30 à 40.000 objets de correspondance par jour ; il doit les écouler rapidement avec des moyens restreints. Il a donc fallu trouver une méthode de tri spéciale.

Les bureaux de campagne classent les correspondances en deux catégories : envois à destination du front, envois à destination de l'intérieur. Les envois pour l'Allemagne sont classés en paquets directs pour la province d'origine du régiment, et en

Digitized by Google

paquets directs pour les grandes villes, insérés dans des sacs spéciaux. Les lettres ne rentrant dans aucune de ces catégories sont envoyées en vrac aux bureaux-frontières qui les acheminent.

La répartition du tri des correspondances venant du front entre trois groupes de bureaux (*Feldpostanstalten Leitpunkte et Postverteilungstellen*), dont chacun a son travail bien délimité, est une institution qui date de la guerre actuelle. Cette méthode dégage non seulement les bureaux de campagne, mais encore les services ambulants de l'intérieur, fort occupés par la correspondance ordinaire ; elle prévient l'encombrement et assure une prompte remise.

Les 23 centres régionaux de tri (*Postsammelstellen*) de l'intérieur trient et enliassent les correspondances à destination du front et les acheminent, prêtes à être distribuées, sur les stations et bureaux de campagne. Le tri est ainsi très facile pour ces bureaux, surchargés de travail, et astreints à des déplacements fréquents et subits.

Dans les bureaux centralisateurs, le tri est confié à des agents qui sont toujours chargés des mêmes régions et deviennent ainsi des trieurs habiles.

Il ne s'agit pas, dans ces centres, d'un travail de tri ordinaire ; l'adresse ne comporte pas qu'un seul nom, le lieu de destination manque et est remplacé par la désignation du corps de troupe et de l'unité.

Chaque objet subit, par conséquent, une série de manipulations avant d'être enliassé. De plus, il faut compter aussi avec les adresses erronées et insuffisantes.

La nécessité s'impose de posséder, dans les bureaux centralisateurs, des indicateurs de tri complets et constamment tenus à jour. Cette mise au point des tris constitue un travail énorme, en raison du nombre des armées, de leurs déplacements, des renforts qui leur arrivent, des créations nouvelles, et des changements de dénomination qui en sont la conséquence. Au début de la guerre, l'indicateur comprenait environ 60 pages de texte. Actuellement c'est un fort volume de 400 pages, qui en est à sa 90^{e} édition. Cet indicateur sert pour les troupes mobiles ; mais,

Digitized by Google

pour les troupes de complément, et celles qui tiennent garnison à l'intérieur, pour les troupes fixes, il existe un indicateur spécial de plus de 100 pages. Si l'on ajoute les tris spéciaux aux bureaux de campagne, on arrive à un total de 900 pages de texte, dont la préparation et la publication incombent à l'Administration centrale. C'est un total de 20 à 30.000 indications qu'il faut sans cesse rectifier ou compléter. Il est fait, dans ce but, un large emploi du télégraphe.

Le rôle de la poste aux armées est terminé quand elle a remis le courrier aux diverses unités de troupe par l'intermédiaire des vaguemestres : la distribution individuelle ne saurait, en effet, être effectuée immédiatement par ses soins. Ce sont également les vaguemestres qui recueillent les correspondances adressées du front. La collaboration de l'Administration militaire et de l'Administration des postes aux armées est donc très étroite. Ces deux Administrations ont préparé, de concert, le règlement sur le fonctionnement de la postes aux armées (*Feldpost-Dienstordnung*) dont la dernière édition remonte à 1907.

La poste aux armées achemine des lettres, des cartes postales, des lettres chargées, mandats et journaux ; elle reçoit les abonnements de toutes les publications périodiques. La poste intérieure accepte les paquets et colis, mais ne s'occupe pas de leur expédition ; elle se borne à les acheminer sur des localités désignées par l'autorité militaire, qui les emmagasine dans ses entrepôts (*Packetlager*) et prend soin de leur transmission et de leur remise aux destinataires.

La franchise est de plein droit pour les plis officiels ; elle est accordée également pour les correspondances militaires, elle s'étend aux lettres et cartes postales ordinaires, jusqu'à 50 grammes, aux lettres chargées jusqu'à 50 grammes avec maximum de déclaration de valeur de 187 fr. 50, à tous les mandats expédiés du front. Au-dessus de 50 grammes, les lettres doivent être affranchies 12 centimes 1/2 jusqu'à 250 grammes, et 25 centimes jusqu'à 500 grammes, poids maximum. Le droit sur les mandats expédiés au front est de 12 centimes 1/2, et leur montant maximum est fixé à 125 francs.

Digitized by Google

La question de la suppression ou de la limitation de cette franchise a été agitée dans le public et dans la presse, en raison des nombreux abus constatés, mais ni l'Administration des postes, ni l'Administration de la guerre n'ont jamais songé à apporter de modifications au régime actuel.

Renseignements statistiques sur le trafic de la poste aux armées.

L'organisation de la poste allemande, en 1870-1871, avait permis d'assurer un trafic considérable pour l'époque. Du 15 juillet 1870 à la fin de mars 1871, 104 millions de lettres avaient été manipulées. Dans la guerre actuelle, la poste reçoit chaque jour près de 15 millions 1/2 de lettres, c'est-à-dire 35 fois plus qu'en 1870-1871 ; elle occupe 5.600 agents, contre 2.300 en 1870.

D'août 1914 à fin juillet 1915, environ 2.400 millions de lettres ont été expédiées d'Allemagne sur le front, et 1.600 millions du front vers l'intérieur. Le personnel des 23 bureaux centralisateurs est passé, depuis la mi-août 1914, de 3.100 à 14.000 employés. Le nombre des sacs postaux, qui atteignait à la Noël de 1914 le chiffre de 29.000, se monte actuellement à 45.000 par jour. Ils représentent un poids de 1 million 1/2 de kilogrammes.

Depuis le commencement de la guerre, plusieurs améliorations ont été apportées au fonctionnement de la poste aux armées, notamment l'abaissement de 20 à 10 pfennings de la taxe des lettres militaires pesant de 50 à 250 grammes, l'acceptation de lettres militaires pour les armées, de 250 à 500 grammes, une tolérance de 10 °/₀ sur le poids maximum des envois affranchis, l'acceptation des abonnements aux journaux, la distribution gratuite de cartes-lettres aux troupes sur le front, l'admission d'objets contenant des liquides pour les troupes en campagne, la création de mandats spéciaux pour le remboursement des livrets de caisse d'épargne. L'Administration s'est, en outre, efforcée de faciliter au public, par tous les moyens possibles, l'utilisation de la poste aux armées ; c'est ainsi qu'elle fait délivrer gratuitement, aux guichets des bureaux, des notices tirées à des centaines de

Digitized by Google

milliers d'exemplaires contenant des renseignements détaillés sur les modes d'expédition, d'empaquetage, d'adresse, etc..... Des bureaux auxiliaires, installés principalement dans les écoles, aident le public dans l'envoi de ses correspondances, ce qui amène une diminution considérable du nombre des envois mal adressés ou mal empaquetés.

Avis relatif aux expéditions à destination des armées allemandes.

1° N'écrire chaque jour qu'une seule lettre au même destinataire et ne pas lui envoyer plus de colis qu'il ne peut en utiliser.

2° Pour les troupes mobiles, n'employer que des enveloppes et des cartes postales à en-tête imprimé, car la remise rapide dépend d'une suscription nette.

3° N'indiquer la destination que pour les lettres adressées à des garnisons fixes en territoire allemand. L'omettre au contraire absolument s'il s'agit d'envoi à des troupes en campagne.

4° L'en-tête des enveloppes et cartes postales ne doit pas nécessairement être rempli dans sa totalité, se borner aux indications que le destinataire a données. Souvent il n'y a rien à écrire en face de la mention « corps d'armée » ; pour beaucoup de formations même, toutes les indications resteront en blanc. Le texte imprimé ne s'adapte pas non plus à tous les cas ; il sert avant tout pour la majorité des situations.

5° Distinguer, en rédigeant les adresses, s'il s'agit de troupes de l'active, de réserve, de recrues ou de territoriale. Ne pas oublier, qu'il existe parfois un bataillon et un dépôt de recrues portant les mêmes numéros, mais appartenant à des unités tout à fait différentes.

6° Eviter les abréviations. Si l'on abrège le mot « garde » par un « g » par exemple, ce « g » peut être lu comme un 9. Ainsi on lirait « 9e corps de réserve » au lieu de corps de réserve de la garde, et l'envoi ne serait pas distribué. Toutes les désignations complémentaires comme « garde » « bavarois » etc... doivent être reproduites dans toutes les parties de l'adresse. Si dans un

Digitized by Google

envoi au 22e régiment d'infanterie de Bavière, par exemple, on ne porte la mention « de Bavière » qu'en regard du corps d'armée, cet envoi peut être dévié sur le 22e régiment d'infanterie qui est prussien. La poste, d'ailleurs, rejette la correspondance portant des adresses abrégées peu intelligibles.

7° De petites erreurs ou négligences dans l'adresse suffisent à faire mettre un envoi en rebut ou à le retarder sérieusement. Ainsi ce sont deux unités bien différentes que la « 2e compagnie d'infirmiers du corps de réserve de la garde » et la « 2e compagnie d'infirmiers de la réserve de la garde ». On ne saurait donc prendre trop de soin en rédigeant les adresses.

8° Si un soldat d'un bataillon de recrues de l'intérieur part au front, l'adresse ancienne ne convient plus. Attendre, par conséquent, avant de lui écrire, qu'il ait fait connaître son adresse.

9° L'expéditeur doit également indiquer sa résidence, en particulier sur les paquets et colis, parce que l'impression du timbre à date de départ est souvent peu nette.

10° L'emballage doit être soigné. En campagne, les sacs postaux ne peuvent être manipulés avec la même précaution que dans les bureaux de l'intérieur, et leur contenu est parfois trié en plein air, sous la pluie.

11° Numéroter les envois. Rassembler les lettres des membres de la famille envoyées au même destinataire et les placer sous enveloppe unique. La poste en campagne n'aura ainsi à manipuler qu'un envoi au lieu de plusieurs lettres séparées.

12° Demander aux soldats en campagne de se tenir constamment au courant de leur adresse exacte, et de faire part à leur famille de toute modification survenue.

13° Dans le cas où un soldat se plaint de ne rien recevoir des siens, s'adresser au bureau de poste ou à la direction supérieure, et faire examiner la régularité de l'adresse. L'expérience a montré que la plupart des plaintes pour non réception provenaient de vices d'adresse.

14° La poste aux armées ne distribue pas aux destinataires individuellement. Ce sont les vaguemestres des sections qui retirent le courrier et s'occupent de la remise aux intéressés ; ils

Digitized by Google

rendent au bureau de poste militaire les objets adressés à des morts, des disparus, etc... après avoir noté sur l'envoi le motif de non distribution. Souvent, il faut plusieurs semaines avant d'être fixé définitivement sur le sort du destinataire.

15° Le paiement des mandats s'effectue, non par le bureau militaire, mais par les vaguemestres. Les retards viennent de ce que le bénéficiaire peut être momentanément absent, en raison de son service en première ligne.

16° Les paquets ou colis non remis pour une cause quelconque ne sont pas toujours retournés à l'expéditeur. Les soldats conviennent souvent entre eux que, si l'un d'eux tombe, les autres profiteront des envois qui lui parviendraient. Il est aussi d'usage de donner aux nécessiteux ou aux hôpitaux, pour les blessés, les envois qui n'ont pu être remis.

17° L'expéditeur qui désire que ses colis profitent ainsi à la section, doit ajouter à l'adresse la mention : « En cas de non distribution, l'envoi est à la disposition du groupe. »

18° Tout grand déplacement de troupes entraîne pour les envois un retard d'une à deux semaines.

19° La poste n'est pas chargée de l'acheminement des paquets sur le front. Elle ne fait que les recevoir. Elle les remet entre les mains de l'administration militaire, qui les expédie et les distribue.

20° Tout expéditeur d'objets pour le front doit lire l' « Avis au public », affiché dans les bureaux et remis gratis sur demande.

Bureau de renseignements tenu par des dames volontaires.

Dès la déclaration de guerre, un service d'expédition de colis pour l'armée a été installé dans les locaux du bureau de Solingen, et placé sous les ordres de la femme du directeur des postes. A certains jours, on a compté de 2 à 300 personnes venues de la ville et de la banlieue pour se renseigner et faire des expéditions.

Des dames se sont offertes pour confectionner des paquets et des colis, enliasser des journaux et revues donnés par les éditeurs, et fournir divers renseignements.

Digitized by Google

Leur tâche est compliquée. Il leur faut connaître les nombreuses formations militaires, distinguer entre les recrues, la réserve, la territoriale, les troupes fixes et les troupes mobiles, et renseigner le public sur les tarifs, la limitation de poids des colis et paquets, l'adresse à y porter et le modèle de transmission des colis selon les cas sur les corps de recrues, les entrepôts militaires ou les camps et hôpitaux de prisonniers. On les consulte, en outre, sur les listes de pertes qui sont affichées au bureau. Elles correspondent avec le Bureau central des renseignements de Berlin et avec les Bureaux de l'étranger s'occupant des prisonniers de guerre.

Elles contrôlent les emballages, rectifient les adresses et se chargent même de rédiger les lettres et cartes des personnes inhabiles à écrire.

La poste aux armées en Autriche.

Le fonctionnement de la poste aux armées en Autriche a beaucoup de rapports avec celui de la poste de campagne allemande. Les bureaux de l'intérieur acheminent sur un bureau de tri de leur cercle (*Feldpostsortierstelle*) les correspondances militaires, qu'on peut évaluer à 2 millions d'envois journaliers. Ce bureau vérifie adresses et emballage et effectue le tri. Le courrier est ensuite dirigé sur le bureau collecteur (*Postsammelstelle*) qui, à son tour, l'expédie sur le bureau-frontière de l'armée destinataire (*Haupt-feldpostamt*). Vers ce bureau-frontière convergent les lignes et bureau d'étapes (*Etapenpostämter*) qui aboutissent aux bureaux de campagne (*Feldpostämter*) fonctionnant près de chaque grande unité. Les bureaux d'étapes et les bureaux de campagne sont placés sous l'autorité du directeur d'armée (*Armee-Postdirektor*). A la tête du service est un directeur général (*General-Feldpostdirektor*).

Le service postal aux armées s'étend aux lettres ordinaires, aux cartes postales, aux paquets, aux lettres chargées et, depuis avril 1915, aux colis d'un poids maximum de 5 kilog., adressés à l'occasion de certaines fêtes, à des groupes de bureaux de cam-

Digitized by Google

pagne nommément désignés. Il n'y a pas de service permanent d'expédition de colis. Tout récemment, on a autorisé l'envoi de mandats originaires du front.

La franchise est accordée aux cartes postales et aux lettres jusqu'à 100 grammes. Les paquets acheminés par la poste ne doivent pas dépasser 250 grammes.

L'adresse des envois mentionne seulement le régiment et la compagnie, mais, à la différence de ce qui se passe en Allemagne, l'expéditeur doit indiquer le bureau de campagne destinataire.

Dans ce but, tous les bureaux de campagne portent un numéro d'ordre, que chaque soldat doit connaître exactement pour en faire part à ses correspondants. Le tri est simplifié tant qu'il n'existe qu'un seul théâtre de la guerre, sur lequel surviennent peu de déplacements de troupes.

La poste par avions à Przemysl.

Pendant les deux sièges de Przemysl, il a été fait un emploi régulier des avions pour l'échange des correspondances (lettres, cartes et journaux) en provenance ou à destination de la forteresse.

Ce service a fonctionné normalement entre le bureau militaire postal et l'extérieur, à raison d'un voyage par semaine.

Le service postal était extrêmement chargé ; des formules de cartes postales spéciales, très légères, furent employées pour réduire le poids à transporter : une seule carte contenait souvent des correspondances pour un grand nombre de destinataires.

Télégraphie et téléphonie aux armées.

La guerre actuelle met en évidence les profonds changements amenés dans la stratégie et la tactique par l'emploi du fil. La télégraphie a rendu possible une plus large extension du front des armées. Les avantages de la nouvelle stratégie sont parfaitement résumés dans ces paroles de de Moltke « marcher séparément et frapper collectivement ».

Digitized by Google

Le télégraphe donne au service des renseignements une rapidité et une sécurité jusqu'alors inconnues, et réduit au minimum les retards dans l'arrivée des réserves. On a pu dire assez justement qu'il « garantit l'exactitude en guerre ».

On lira avec intérêt quelques particularités sur l'emploi du téléphone par l'une des armées allemandes, celle du prince héritier de Bavière.

Le poste central est établi dans une maison particulière qui est composée de plusieurs grandes pièces et d'un certain nombre de plus petites, utilisées comme cabines téléphoniques. Le poste fut installé en trois semaines par 300 hommes du génie, il reçoit 95 lignes directes, d'une longueur totale de 1.200 kilomètres. Le poste central est relié par cinq lignes directes à chaque corps d'armée, le corps d'armée communique par au moins deux lignes avec chaque division, qui est reliée à son tour aux brigades et aux régiments. Les dernières lignes vont jusqu'aux tranchées où chaque bataillon et souvent chaque compagnie possède son propre téléphone. En outre, des lignes spéciales sont établies entre les positions de l'artillerie et les postes d'observation. A partir du poste central, des lignes vont directement aux armées voisines ; deux autres lignes aboutissent aux quartiers généraux, indépendamment des communications téléphoniques directes, qui relient les corps d'armée entre eux. Vers l'arrière, d'autres lignes gagnent le réseau téléphonique civil. Le poste central établit plusieurs milliers de communications par jour. Les postes secondaires sont généralement abrités dans des caves profondes.

Paiement du traitement civil au personnel mobilisé.

Les agents et sous-agents de l'administration allemande, rappelés sous les drapeaux, remplissent une déclaration indiquant la personne à laquelle leur traitement doit être payé en leur absence.

Peuvent toucher le traitement d'un employé: sa femme, ses enfants, ses ascendants, ses proches parents, ses enfants adoptifs.

Digitized by Google

Lorsque le bureau payeur ne peut établir si l'agent était encore en vie à la date d'échéance de son traitement, il se conforme aux dispositions suivantes pour éviter des reversements :

1° *Agents célibataires et n'ayant pas de proches parents.* — Le paiement n'est effectué que sur quittance en règle, ou à défaut de cette quittance, sur une procuration donnée par l'ayant droit, s'il peut être constaté que l'intéressé vivait encore au jour de l'échéance.

2° *Agents sans famille mais ayant des proches parents* (*ascendants, frères, sœurs, enfants adoptifs*). — Le paiement peut être fait à ces proches par délégation jusqu'à la fin du troisième mois qui suit celui dans lequel le bureau a reçu un des certificats de vie prévus plus haut.

3° *Agents ayant une famille* (*épouse ou enfants à sa charge*). — On demande à la partie prenante la déclaration ci-dessus et, en même temps, s'il y a lieu, la production du certificat de vie. Si cette dernière pièce fait défaut, la direction supérieure des postes compétente se renseigne officiellement sur le sort de l'agent.

4° *Agents disparus ou prisonniers de guerre.* — Le traitement civil intégral est servi dès qu'ils ne touchent plus la solde d'officier.

Les familles, dans ce cas, continuent à recevoir l'allocation militaire ; elles peuvent également recevoir le traitement civil entier ou une partie seulement de ce traitement.

Parfois on ne verse que la différence entre le traitement civil et la solde militaire.

5° *Agents décédés.* — L'autorité militaire cesse les paiements. Alors entre en jeu la loi sur les pensions aux veuves et orphelins, et la loi sur les veuves et orphelins de la guerre. Sur leur demande, les intéressés reçoivent la pension prévue.

Quant aux autres membres de la famille (ascendants, enfants adoptifs, etc...) ils reçoivent des secours dont le montant est déterminé par la loi sur les pensions militaires.

Les veuves et orphelins d'agents qui sont morts à la guerre avec le grade d'officier ou de fonctionnaires supérieurs de l'ar-

Digitized by Google

mée ou de la marine, cumulent la pension civile avec la pension militaire.

Les règles énoncées ci-dessus s'appliquent également aux titulaires de pensions rappelés sous les drapeaux et aux agents et sous-agents qui, sans faire partie de l'armée, sont prisonniers.

Traitement alloué au personnel allemand détaché dans les pays occupés.

Les agents, sous-agents et ouvriers continuent à toucher leurs émoluments de l'intérieur. Ils reçoivent, en outre, selon le cas, une bonification journalière de traitement ou de salaire, des frais de déplacement et d'équipement.

Cette indemnité varie de 50 francs par jour pour les fonctionnaires à 12 fr. 50 pour les ouvriers.

Les ouvriers des lignes sont remboursés d'après les dépenses réellement faites.

L'indemnité d'équipement est fixée, pour les mêmes catégories, entre 875 et 125 francs.

En cas de maladie ou d'inaptitude au service, le personnel en question est remis à la disposition de l'Administration métropolitaine.

Paiement des traitements aux employés des postes et télégraphes maintenus dans l'armée active.

Contrairement aux règlements jusqu'ici en vigueur, il a été prescrit à toutes les administrations de l'Empire et de la Prusse de ne pas payer le traitement civil aux employés qui participent aux opérations de guerre, en accomplissant leur temps de service actif.

Le traitement ne leur est accordé qu'à partir du jour où la durée légale du service du temps de paix est écoulée, et aussi longtemps qu'ils resteront sous les drapeaux.

La même règle est appliquée aux agents et sous-agents qui,

Digitized by Google

après l'ouverture des hostilités, se sont engagés dans l'armée ou dans la marine, sans avoir entièrement satisfait aux obligations militaires du service actif.

Secours de guerre au personnel subalterne.

Depuis le 1er octobre 1915, une mesure a été prise en Allemagne pour permettre de venir en aide à des situations pénibles.

L'économie de la mesure réside dans les trois principes suivants :

1° Classement des agents et sous-agents, titulaires ou auxiliaires permanents, payés à la journée, en trois groupes : mariés, veufs ou divorcés.

2° Traitement limite annuel de 2.625 francs.

3° Nombre des enfants légitimes ou reconnus à la charge.

Sont exclus du bénéfice de la mesure, bien que remplissant les conditions ci-dessus :

Les agents et sous-agents en service à l'armée, à la marine ou dans les troupes de soutien.

Ceux qui sont employés dans l'administration militaire maritime ou coloniale ou dans les services postaux et télégraphiques des territoires occupés.

Ceux qui servent dans les sections d'infirmiers, etc.

Les indemnités de séjour n'entrent pas dans le calcul du traitement annuel de 2.625 francs. Ce traitement, qu'il soit soumis ou non au régime des pensions, est défini par les lois du 2 mai 1874 et du 6 mai 1880.

Le montant des allocations mensuelles, se cumulant avec les traitements ou salaires, est ainsi fixé :

7 fr. 50 par agent ayant un ou deux enfants au-dessous de 15 ans ;

3 fr. 75 par enfant de moins de 15 ans au-dessus de deux.

Les allocations cessent à la fin du mois dans lequel un enfant est décédé ou a atteint ses 15 ans.

Si l'allocation, cumulée avec le traitement, excède 2.625 francs, elle est réduite de façon à ne pas dépasser cette limite.

Digitized by Google

Le paiement du secours de guerre cessera avec le mois dans lequel les hostilités auront pris fin.

Collecte de l'or.

En vue d'accélérer la rentrée de la monnaie d'or dans la banque de l'Empire, l'organisation suivante a été inaugurée à titre d'essai. Pendant une période de quatre semaines, dans les circonscriptions postales importantes les facteurs ruraux, au cours de leurs tournées, devaient échanger des billets de banque contre de l'or. Afin que cet échange pût s'effectuer immédiatement, les facteurs étaient munis de billets de banque.

Le troisième emprunt de guerre.

Tous les bureaux de poste d'Allemagne ont participé à l'émission du troisième emprunt de guerre.

Dans les districts ruraux et dans les localités de moins de 20.000 habitants, les facteurs ont remis à toutes les personnes supposées en mesure de souscrire, une notice sur les conditions de l'emprunt et un bulletin de souscription. Les guichets délivraient également des bulletins et donnaient tous les renseignements nécessaires. Lors de la souscription, les bulletins pouvaient être remis, aprés avoir été remplis par les souscripteurs, soit aux guichets, soit à la boîte aux lettres. Chaque souscripteur recevait un avis de payement, détaché d'un registre spécial par le receveur du bureau où il était invité à se libérer.

Digitized by Google

Note relative au calcul des courants alternatifs.

La nécessité de faire sur les courants téléphoniques des calculs analogues à ceux que l'on fait pour les courants continus employés en télégraphie, se fait sentir de plus en plus à mesure que l'on cherche à accroître la portée et à augmenter le rendement du téléphone.

Mais ici la difficulté mathématique est beaucoup plus grande, puisqu'on a affaire à des courants alternatifs dont les intensités sont régies par des équations différentielles.

Il paraît donc intéressant de donner une méthode qui permette ce calcul en régime permanent, sans exiger de connaissances mathématiques autres que celles qui sont requises pour le calcul des courants continus.

Cette méthode, due au Professeur Perry, a d'ailleurs déjà été rappelée par M. F. Addey dans le *Journal du Post Office*.

Nous allons d'abord donner certaines définitions qu'il est indispensable de bien posséder pour suivre cet exposé.

La notation employée est, elle aussi, intéressante à connaître, car elle est utilisée par un grand nombre d'auteurs étrangers.

Soit y une fonction d'une variable x. Nous désignerons sa dérivée première $\frac{dy}{dx}$ par la *notation symbolique* $\Theta\, y$, sa dérivée seconde $\frac{d^2y}{dx^2}$ par $\Theta^2\, y$, et ainsi de suite, de sorte que $\frac{d^n y}{dx^n}$ sera remplacé par $\Theta^n\, y$.

Tout ceci revient simplement à remplacer $\frac{d^n}{dx^n}$ par Θ^n.

Puisque $$\frac{d^n}{dx^n}\left(\frac{d^m y}{dx^m}\right) = \frac{d^{m+n} y}{dy^{m+n}}$$

Digitized by Google

on a, avec la notation simplifiée

$$\Theta^n [\Theta^m y] = \Theta^{m+n} y.$$

D'autre part, nous savons que

$$\frac{d}{dx} \int y \, dx = y;$$

ce qui conduit à écrire

$$\Theta^{-1} y = \frac{1}{\Theta} y = \int y \, dx.$$

De même $\Theta^0 y = y$. On peut ne pas écrire Θ^0 qui correspond au facteur 1.

Soit maintenant une expression de la forme :

$$f y = (a \Theta^{-1} + b + c \Theta^1 + d \Theta^2 + \ldots\ldots + p \Theta^n) y$$

La quantité symbolique $f = a \Theta^{-1} + b + c \Theta^1 + d \Theta^2 + \ldots\ldots + p \Theta^n)$ est appelée *opérateur* et le résultat de l'opération f effectuée sur la fonction y est, d'après ce que nous avons vu plus haut :

$$f y = a \int y \, dx + by + c \frac{dy}{dx} + d \frac{d^2y}{dx^2} + \ldots\ldots + p \frac{dy^n}{dx^n}$$

Considérons maintenant une égalité de la forme

$$fy = \Phi$$

Φ étant une fonction de x seulement, et f un opérateur, et supposons que nous tirions y comme si nous avions affaire à une expression algébrique; nous obtiendrons :

$$y = \frac{1}{f} \Phi.$$

Il sera légitime de procéder ainsi si nous convenons que l'opération $\frac{1}{f}$ est une opération dont l'effet sera annulé par l'opération inverse f effectuée sur le résultat obtenu.

Autrement dit, si l'on a :

$$f \left[\frac{1}{f} \Phi\right] = \Phi.$$

En attribuant à Θ la signification que nous lui avons donnée et aux opérateurs les propriétés qui viennent d'être indiquées, on

Digitized by Google

pourra traiter tous les problèmes d'électricité relatifs à la détermination des courants par de simples opérations algébriques.

Ainsi, dans un circuit tel que celui qui est représenté fig. 1,

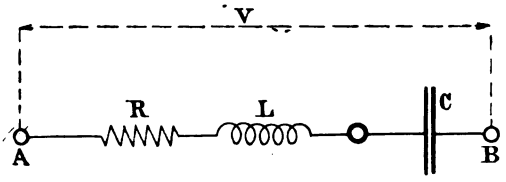


Fig. 1.

nous savons que l'on peut écrire avec nos notations :

$$V = \left(\frac{1}{C} + R\Theta + L\Theta^2\right) Q,$$

Q étant la charge du condensateur;

$$\text{ou } V = \left(\frac{1}{C\Theta} + R + L\Theta\right) I,$$

I étant l'intensité qui parcourt le circuit.

On tire immédiatement de ces équations

$$\Theta = \frac{1}{\frac{1}{C} + R\Theta + L\Theta^2} V$$

$$I = \frac{1}{C\Theta^{-1} + R + L\Theta} \cdot V \qquad (1)$$

$\left(\frac{1}{C\Theta} + R + L\Theta\right)$ est l' « *opérateur impédance* » du circuit.

Quelque compliqué que soit un réseau, il est facile de voir qu'on peut toujours, en appliquant les règles précédentes, mettre, toutes réductions faites, une intensité qu'on se propose de calculer sous la forme

$$I = \left(\frac{a + b\Theta + c\Theta^2 + \ldots\ldots}{a' + b'\Theta + c'\Theta^2 + \ldots\ldots}\right) V \qquad (2)$$

V étant la force électromotrice agissante. Il suffit pour cela de traiter les différents opérateurs impédances comme des quantités algébriques remplaçant les résistances dans le cas du courant continu.

Digitized by Google

Remarquons que jusqu'à présent, aucune hypothèse n'a été faite sur la nature de la fonction V. Nos équations sont donc, jusqu'ici, tout à fait générales.

Il faut cependant signaler que l'assimilation de Θ à une quantité algébrique qui peut se faire dans tous les problèmes électriques relatifs aux courants n'est pas possible dans tout le domaine mathématique; ainsi, par exemple, u et v étant deux fonctions de la variable indépendante x, on a bien

$$\Theta\ (u + v) = \Theta\ u + \Theta\ v$$

$$\Theta\ a\ u = a\ \Theta\ u \qquad (a \text{ étant une constante})$$

mais on n'a pas $\Theta\ uv = u\ \Theta\ v = v\ \Theta\ u$

puisque nous savons que

$$\frac{d}{dx}\ u\ v = u\ \frac{d}{dx}\ v + v\ \frac{d}{dx}\ u$$

ou

$$\Theta\ u\ v = u\ \Theta\ v + v\ \Theta\ u.$$

Cas d'une force électromotrice sinusoïdale. — Traitons maintenant le cas qui nous occupe, celui où V est de la forme $V_m \sin \omega t$.

Dans ce cas

$$\Theta\ V = \omega\ V_m \cos \omega t$$
$$\Theta^2\ V = \omega^2\ V_m \sin \omega t = -\ \omega^2\ V$$
$$\Theta^3\ V = \omega^3\ V_m \cos \omega t = -\ \omega^2\ \Theta\ V$$
$$\Theta^4\ V = \omega^4\ V_m \sin \omega t = +\ \omega^4\ V$$
$$\Theta^5\ V = \omega^5\ V_m \cos \omega t = +\ \omega^4\ \Theta\ V$$

Une opération de la forme $(a + b\ \Theta + c\ \Theta^2 + d\ \Theta^3 + e\ \Theta^4 + f\ \Theta^5 + \ldots\ldots)$ effectuée sur la fonction $V = V_m \sin \omega t$ donne donc :

$$[(a - c\ \omega^2 + d\ \omega^4 - \ldots\ldots) + (b - d\ \omega^2 + f\ \omega^4 - \ldots\ldots)]\ V \quad (3)$$

ou

$$[p + q\ \Theta]\ V$$

en posant

$$p = a - c\ \omega^2 + e\ \omega^4 - \ldots\ldots \quad (4)$$
$$q = b - d\ \omega^2 + f\ \omega^4 - \ldots\ldots \quad (5)$$

Puisque nous sommes placés dans le cas du régime permanent,

Digitized by Google

I est aussi une fonction sinusoïdale, de sorte que son expression se présentera toujours après toutes réductions sous la forme :

$$I = \left(\frac{p + q\,\Theta}{p' + q'\,\Theta}\right) V. \qquad (6)$$

Cherchons la valeur de l'expression $(p + q\,\Theta)\,V$.

Nous avons :

$$(p + q\,\Theta)\,V = (p + q\,\Theta)\,V_m \sin \omega t = p\,V_m \sin \omega t + q \frac{d}{dt} V_m \sin \omega t$$

$$= p\,V_m \sin \omega t + q\,\omega\,V_m \cos \omega t$$

$$= \sqrt{p^2 + q^2\,\omega^2}\,V_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{avec } \operatorname{tg} \varphi = \frac{q\,\omega}{p}$$

L'opération $p + q\,\Theta$ multiplie donc la valeur maximum de la fonction considérée par $\sqrt{p^2 + q^2\,\omega^2}$ et augmente sa phase d'un angle φ tel que $\operatorname{tg} \varphi = \frac{q\,\omega}{p}$. (7)

L'opération $\frac{1}{p' + q'\,\Theta}$ qui a un effet inverse divise donc la valeur maximum par $\sqrt{p'^2 + q'^2\,\omega^2}$ et diminue la phase d'un angle ψ tel que $\operatorname{tg} \psi = \frac{q'\,\omega}{p'}$. (8)

Le résultat final est donc :

$$I = \sqrt{\frac{p^2 + q^2\,\omega}{p'^2 + q'^2\,\omega}}\,V_m \sin(\omega t + \varphi - \psi) \qquad (9)$$

On voit combien cette formule est simple à appliquer.

En résumé, pour traiter un problème de courant alternatif on opère comme s'il s'agissait de courant continu, mais en remplaçant la résistance par l'opérateur impédance, on tire l'intensité I, ce qui conduit à une égalité symbolique de la forme (2). On calcule p, q, p', q' d'après les formules (4) et (5) puis on a I par la formule (9) en se servant de (7) et (8) pour trouver φ et ψ.

Exemple. — Nous allons faire l'application de cette méthode à un exemple.

Digitized by Google

Supposons (fig. 2) qu'on applique entre A et B une différence de potentiel alternative $V = V_m \sin \omega t$ et proposons-nous de trouver l'intensité totale I qui passe dans l'ensemble des deux circuits C et R, L montés en parallèles.

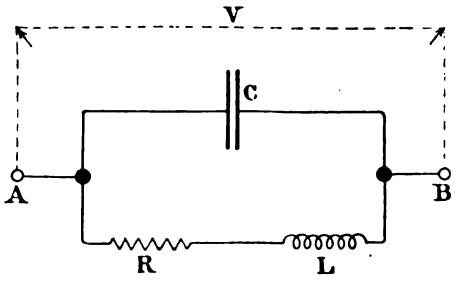


Fig. 2.

L'intensité qui passe dans la branche capacité est

$$\frac{V}{\frac{1}{C\Theta}} = C\Theta\, V.$$

Celle qui passe dans la branche formée par la self L de résistance R est : $\frac{1}{R + L\Theta} V$

d'où $I = \left[C\Theta + \frac{1}{R + L\Theta}\right] V = \left[\frac{1 + RC\Theta + LC\Theta^2}{R + L\Theta}\right] V$

alors : $p = 1 - LC\omega^2$

$q = RC$ $\qquad$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{RC\omega}{1 - LC\omega^2}$

$p' = R$

$q' = L$ $\qquad$ $\operatorname{tg} \psi = \frac{L\omega}{R}$

$$I = \sqrt{\frac{1 - 2LC\omega^2 + L^2C^2\omega^4 + R^2C^2\omega^2}{R^2 + L^2\omega^2}} \sin(\omega t + \varphi - \psi)$$

G. V.

Digitized by Google

TÉLÉPHONIE DE CAMPAGNE

DANS L'ARMÉE BRITANNIQUE

Conférence faite par M. CHARLES R. DARLING, A. R. C. Sc. I., F. I. C. le 28 juillet 1915, à la Société Royale des Arts de Londres.

C'est en 1825, il y a 90 ans, que William Sturgeon, artilleur retraité, reçut de la « Société Royale des Arts » une médaille d'argent et un prix de trente guinées pour l'invention de l'électro-aimant. Aujourd'hui, pendant la plus grande de toutes les guerres, les combattants estiment que le téléphone basé sur la découverte de Sturgeon est indispensable pour la conduite des opérations. Grâce à lui, des liaisons sont établies entre les diverses unités, le tir des batteries est réglé par l'observateur, et, dans presque tous les cas où il est nécessaire de maintenir en liaison deux ou plusieurs postes, le téléphone est indispensable. La signalisation par fanions, trop visible, a été pratiquement abandonnée, et la guerre actuelle a été très justement dénommée « guerre téléphonique ».

Les téléphones ordinaires d'abonnés ne peuvent pas être utilisés, en campagne, pour deux raisons. D'abord, ils ne sont pas portatifs, ensuite, ils ne permettent pas la transmission des télégrammes en signaux Morse, lorsque la conversation devient impossible. Il a donc fallu recourir à des appareils spéciaux et c'est leur description et leur utilisation que je vais exposer.

Schéma des téléphones de campagne. — Le schéma habituel des appareils de campagne est indiqué dans la fig. 1. Le circuit primaire comprend une pile B, reliée à l'enroulement primaire d'une bobine d'induction P, et au vibrateur V, par la clef V K.

Digitized by Google

Le microphone M est placé en dérivation sur le vibrateur et est mis en circuit par le commutateur M K. Le secondaire est constitué par le récepteur R, relié d'une part à la ligne et d'autre part au secondaire S de la bobine d'induction qui est mis à la terre à travers le condensateur C. A l'autre extrémité de la ligne, l'appareil est identique, et, pour établir la communication, on relie à chaque extrémité la ligne à la borne L, et la terre à la

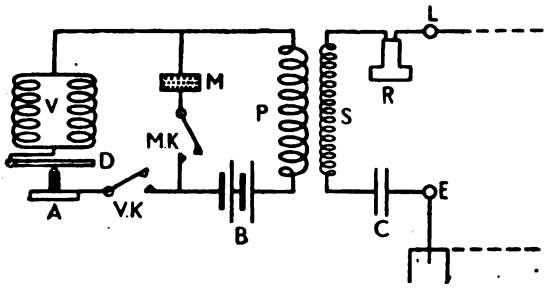


Fig. 1. — Schéma-type de l'appareil microtéléphonique de campagne.

borne E. Dans les différents modèles de téléphones de campagne, ce circuit-type est modifié de diverses façons. Les appareils les plus récents ont une troisième borne, placée entre le condensateur et l'enroulement secondaire de la bobine d'induction, de manière à utiliser à volonté le condensateur. Dans le téléphone de Stevens, la bobine d'induction sert à actionner le vibrateur ; dans l'appareil « D type III », les enroulements du ronfleur remplacent la bobine d'induction, et l'appareil comporte un second récepteur en dérivation sur le premier. Toutefois, le circuit de la fig. 1 peut être considéré comme type.

Construction et fonctionnement des diverses parties de l'appareil. — 1. *Pile.* — Réglementairement, la pile se compose de deux éléments secs montés en série : les dimensions extérieures en sont 10 cm., 4 cm. et 4 cm. Le négatif est constitué par une boîte en zinc qui contient les autres parties ; la pile est garnie d'une pâte imprégnée de sel ammoniac. Le positif est constitué par une baguette de charbon placée au centre de l'élément ; l'espace intermédiaire est rempli par un aggloméré de charbon, de sel ammoniac et de bioxyde de manganèse, qui joue le rôle de

Digitized by Google

dépolarisant. Ces éléments sont livrés secs et doivent être humidifiés avant usage. A cet effet, un tube de verre, placé en haut de l'élément, reçoit de l'eau conformément aux instructions collées sur chaque élément. Après avoir mis l'eau, huit à dix heures de repos sont nécessaires. Ces éléments ont une force électro-motrice de 1,5 volt et donnent satisfaction. S'ils débitent d'une façon continue, ils se polarisent cependant assez vite, et, lorsque le voltage est tombé à 1,2 volt par élément, la transmission devient mauvaise, aussi bien avec le vibrateur qu'avec le microphone. Certains éléments durent plus que d'autres, mais en moyenne les indications du tableau ci-après sont exactes :

DEUX ÉLÉMENTS EN SÉRIE	COURANT	DURÉE UTILE de l'élément	VOLTAGE FINAL
Ronfleur simple...	0,2-0,3	15 heures	1,2 ou moins
Ronfleur polarisé..	0,1-0,15	25-30 heures	—
Microphone.....	0,2-0,4	12 heures	—

D'après ces chiffres, on voit qu'il est nécessaire de changer fréquemment les éléments.

Tout élément dont le voltage tombe à 1,3 volt doit être remplacé.

2. *Bobine d'induction.* — La bobine d'induction des téléphones de campagne a généralement une longueur de 5 à 7 cm. ; le noyau est formé d'un faisceau de fils de fer doux. Elle transforme les courants à basse tension du primaire en courants à plus haute tension, qui parcourent le secondaire, la ligne et les récepteurs. La résistance de l'enroulement primaire est d'environ 0,5 ohm lorsqu'on emploie le ronfleur simple, et d'environ 3 ohms lorsqu'on emploie le ronfleur polarisé « D type III ». L'enroulement secondaire a trente fois plus de spires que le primaire.

3. *Vibrateur.* — Le vibrateur sert à la fois pour l'appel et pour la transmission des télégrammes en signaux Morse. Dans sa forme la plus simple, il fonctionne à la façon d'une sonnerie trembleuse ordinaire. Le ronfleur V (voir fig. 1) comporte deux électros avec noyaux de fer doux, entre lesquels se partage le courant de la pile. Quand le courant traverse les enroulements,

Digitized by Google

les noyaux sont aimantés et attirent l'extrémité libre de D, qui s'éloigne de A en interrompant le circuit. Les noyaux perdent alors leur aimantation, l'armature revient au contact de A et le circuit est fermé à nouveau. Le mouvement de va-et-vient de D donne naissance à une vibration qui explique le nom de l'appareil. Comme le ronfleur se trouve dans le circuit primaire de la bobine d'induction, chaque ouverture ou fermeture du courant donne naissance, dans le secondaire, à un courant induit qui traverse la ligne et agit sur les récepteurs. La clef V K sert de manipulateur Morse pour l'envoi de télégrammes.

Le vibrateur simple, employé d'ailleurs de moins en moins, a l'inconvénient de donner des notes trop basses et ne convient pas pour une transmission rapide. Dans l'appareil de Stevens, le noyau de la bobine d'induction, qui s'aimante par le passage du courant dans le circuit primaire, attire l'armature ; la construction est, par suite, simplifiée puisque les bobines du vibrateur sont supprimées. Le vibrateur polarisé « D type III », décrit plus loin, est préférable au vibrateur ordinaire, car il consomme moins de courant et donne une note plus aiguë.

4. *Microphone.* — Le microphone est constitué par une capsule amovible placée dans un boîtier en métal, dont le couvercle se visse et maintient la capsule en place. La capsule est constituée par un bloc de charbon muni de cavités remplies de petits grains sphériques de charbon. Un disque de charbon, protégé de l'humidité par une membrane de mica, appuie sur les granules.

5. *Condensateur.* — Quoiqu'il ne soit pas indispensable pour la transmission, un condensateur dans le circuit de ligne complète utilement le téléphone de campagne. Il a une capacité de 1/36 à 1/40 de microfarad. Il arrête les courants continus et laisse passer les courants alternatifs, tout en diminuant un peu leur intensité. Grâce à cette propriété, deux téléphones de campagne, munis de condensateurs, peuvent être branchés sur une ligne télégraphique, sans gêner la transmission des télégrammes. Les courants continus du télégraphe ne peuvent pas passer dans les téléphones, puisqu'ils sont arrêtés par les condensateurs; les courants téléphoniques alternatifs n'affectent pas non plus les

Digitized by Google

appareils télégraphiques, et les deux transmissions s'effectuent simultanément. En campagne, on utilise fréquemment ce mode de communication. On emploie le condensateur pour se brancher en dérivation sur une ligne téléphonique, on prend ainsi moins de courant et on affaiblit moins la communication entre les deux postes extrêmes. Dans le téléphone « D type II » le condensateur est en permanence dans le circuit ; dans les types plus modernes, comme le « D type III », construits par Stevens et Siemens, l'usage du condensateur est facultatif.

6. *Terre.* — L'utilisation du retour par la terre dans la téléphonie de campagne a l'avantage d'économiser un second fil. On prend la terre à l'aide de piquets de fer de 35 cm. de longueur et de 2 cm. de diamètre, que l'on enfonce dans le sol. Ces piquets portent une borne que l'on relie à l'appareil. Dans les sols humides un couteau de poche, ou même un simple fil enfoncé dans le sol, assure une terre suffisante. Dans les terrains secs et sablonneux, il est difficile de trouver une bonne terre et il est nécessaire de verser de l'eau autour du piquet.

Dans les téléphones « D type III » et Siemens, l'appareil repose sur un socle métallique, relié d'une façon permanente à la borne de terre et, en le plaçant sur le sol, on peut se dispenser d'employer des piquets de terre. La Compagnie Électrique Internationale livre des plaques spéciales à rebords que l'on fixe au talon, de telle sorte que le téléphoniste peut utiliser son appareil pendant la marche.

Description des appareils téléphoniques de campagne. — 1. *Le téléphone « D type II ».* — Ce modèle a été beaucoup employé au commencement de la guerre. Il remplaçait un type plus ancien et plus petit, connu sous le nom de type I, mais il cèdera lui-même bientôt la place au type III. Il est pourvu du vibrateur simple monté sur la bobine d'induction. Il possède deux condensateurs, dont l'un est placé en permanence sur le circuit de ligne, et l'autre entre les bornes du vibrateur, pour diminuer l'étincelle de rupture. Le microphone et le récepteur sont reliés, par des fils de cuivre flexibles, à des bornes fixées sur le sommet

Digitized by Google

de l'appareil et le tout est placé dans une sacoche de cuir, munie de poches pour le microphone et le récepteur. Les bornes ligne et terre sont placées sur le côté, et le vibrateur peut être utilisé sans ouvrir la sacoche. Le poids total est d'environ 2 kg. 1/2. Le schéma est celui de la fig. 1, avec en plus un condensateur entre l'armature D et la vis A.

Les principaux défauts de cet appareil sont le manque de netteté du vibrateur et la grande intensité du courant nécessaire à son fonctionnement. Il nécessite un entretien continu et son remplacement par le « D type III » sera avantageux sous tous les rapports.

2. *Téléphone « D type III ».* — Les caractéristiques de cet appareil sont l'emploi d'un vibrateur polarisé et l'utilisation des noyaux du ronfleur pour constituer la bobine d'induction. Le schéma semble à première vue compliqué. Le fonctionnement du vibrateur ressemble à celui d'une sonnerie polarisée de téléphone, mais il est actionné par un courant continu, tandis que la sonnerie est actionnée par un courant alternatif. On envoie alternativement le courant de la pile dans chacun des deux enroulements ;

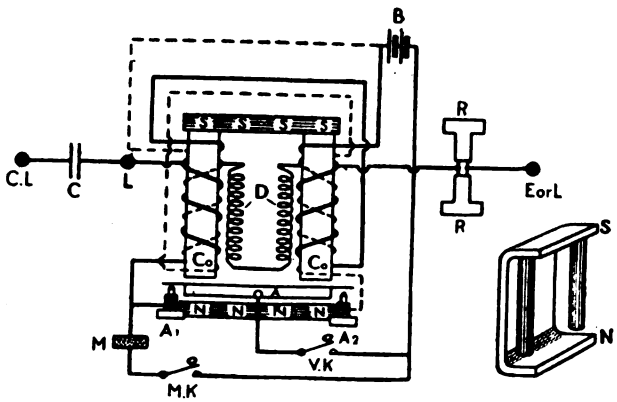


Fig. 2. — Schéma de l'appareil « D type III ».

ceux-ci étant en opposition, le passage du courant produit des effets magnétiques inverses. Les noyaux de fer, C, sont montés sur le pôle sud, S, d'un aimant permanent en U. Les extrémités inférieures des noyaux possèdent donc la polarité sud. Une arma-

Digitized by Google

ture de fer, pivotant par son centre, est placée entre les extrémités des noyaux et le pôle nord de l'aimant permanent. La face supérieure de cette armature a la polarité nord et porte, à chacune de ses extrémités, un ressort mince d'acier. Dans la position de repos, l'une de ces bandes touche une vis de réglage A-1, l'autre est éloignée de la vis A-2. Chaque noyau porte deux enroulements, tournant l'un à droite, l'autre à gauche. En abaissant la clef du vibrateur V K, le courant passe de l'armature dans la vis A-1, et de là dans les enroulements des noyaux en suivant le chemin indiqué par le trait plein. Par suite, le pôle sud du noyau opposé à A-1 est renforcé, tandis que celui du noyau opposé à A-2 est affaibli ; l'armature est alors repoussée de A-1 et vient en contact de A-2 à l'autre extrémité. Le circuit dans ce cas est représenté par le trait pointillé et l'effet du courant est alors de renforcer le pôle S opposé à A-2 et d'affaiblir l'autre. L'armature quitte alors A-2, revient au contact de A-1. Lorsque les vis sont bien réglées, on obtient une note aiguë et bien timbrée qui convient parfaitement pour la transmission rapide des signaux Morse et l'appel. Ce vibrateur consomme au minimum 0,1 ampère, soit environ la moitié de ce que prend un vibrateur simple.

Le secondaire de la bobine d'induction D est enroulé sur les bobines du vibrateur, et chaque ouverture ou fermeture de contact entre l'armature et les vis donne naissance à un courant induit dans le circuit secondaire ; ce courant traverse la ligne et les récepteurs aux deux extrémités et reproduit la note du ronfleur.

Le microphone, M, est connecté de façon qu'en abaissant la clef M K, le courant passe dans l'enroulement figuré en traits pleins ; cet enroulement remplace le primaire de la bobine d'induction.

L'appareil comporte deux récepteurs, montés en dérivation. Le condensateur, C, est placé entre les bornes L et C L, et n'est introduit dans le circuit que lorsque la ligne est reliée à cette dernière borne.

L'appareil lui-même est divisé en deux compartiments pourvus de couvercles ; le grand contient les piles, l'autre le ronfleur et

Digitized by Google

les condensateurs. Sur le couvercle inférieur, sont montées la clef du ronfleur, les bornes R et M des deux récepteurs et du microphone et trois autres bornes L, C et L ou E pour les liaisons avec la ligne et la terre. Le vibrateur est fixé sur le côté inférieur du couvercle et le condensateur est placé au fond du compartiment. L'un des deux récepteurs est muni d'un serre-tête, et peut s'adapter sur l'oreille pour la réception, laissant ainsi les deux mains libres. L'autre récepteur est à la partie supérieure d'un combiné à manche télescopique et le microphone à la partie inférieure ; le commutateur dans le manche. Pour le transport, toutes les parties de l'appareil sont placées dans une sacoche de cuir à bretelle, de 21 cm. sur 10 cm. et de 16 cm. de hauteur. Le poids total est de 3 kg. 650 gr.

L'emploi de deux récepteurs est très avantageux. Si les cordons de l'un d'eux se brisent, l'autre peut être utilisé, et l'appareil reste bon. Une communication importante peut être écoutée simultanément par deux personnes et le danger d'une erreur est considérablement diminué. En outre, l'un des récepteurs peut être détaché et réparé, en cas de nécessité, sans arrêter le fonctionnement du téléphone. La note aiguë du vibrateur est très utile, car les transmissions Morse sont souvent les seules possibles sur la ligne de feu. Le point faible de l'appareil est la fragilité des cordons ; on peut d'ailleurs y remédier en employant du fil d'acier au lieu de fil de cuivre. Moyennant cette amélioration et le remplacement des éléments lorsque le voltage tombe au-dessous de 1,3 volt, cet appareil fonctionne bien dans des conditions normales.

3. *Téléphone Siemens.* — L'appareil comporte, comme le « D type III », un vibrateur polarisé. Toutefois la bobine d'induction est séparée et le second récepteur est supprimé. Le courant est fourni par deux éléments secs ; les diverses parties de l'appareil et les bornes sont fixées sur une carcasse en bois, qui se place, avec le combiné, dans un sac en cuir muni d'une bretelle. Le fond est constitué par un socle métallique relié à la borne terre, de sorte que, placé sur le sol et connecté à la ligne, l'appareil est tout prêt à fonctionner. Au point de vue pratique, il peut être considéré comme l'équivalent du type III.

Digitized by Google

4. *Appareil Stevens.* — Le modèle Stevens, très employé, présente plusieurs particularités. Le vibrateur simple est actionné par le primaire de la bobine d'induction, et une vis de réglage permet de régler le jeu de l'armature et d'obtenir une note plus aiguë. La pile est constituée par quatre éléments secs, dont deux sont en service ; lorsque le vibrateur s'affaiblit, les deux autres éléments peuvent être branchés en tournant un bouton. L'emploi du condensateur est facultatif. Le récepteur et le microphone sont séparés et solidement construits. Le tout est placé dans un sac de cuir avec bretelle ; le poids total est de 3 kilog.

Le vibrateur est fort et donne une note aiguë, qui peut être perçue dans le bruit de la canonnade, mais elle n'est pas aussi nette que celle du vibrateur polarisé. Les deux éléments de rechange sont précieux, dans beaucoup de cas où il est difficile de se procurer des piles.

Entretien des appareils de campagne. — Pour assurer le bon fonctionnement d'un téléphone, l'opérateur doit connaître parfaitement l'appareil, pouvoir essayer chacune de ses parties et effectuer les réglages nécessaires.

Construction et entretien des lignes. — Les lignes de campagne sont en fil d'acier, ayant une résistance mécanique plus grande que le cuivre, et se rompant par suite moins facilement. On emploie souvent un simple fil d'acier émaillé, pour les communications temporaires ou lorsqu'une troupe en marche doit rester en contact avec l'arrière. Ce fil a l'avantage de la légèreté et une petite bobine peut en porter une grande longueur. Pour les installations permanentes, on utilise des fils d'acier toronnés, isolés au caoutchouc et placé sous un guipage. On emploie, suivant le fil, des bobines de différentes grosseurs ; les plus petites sont attachées à la ceinture des télégraphistes et les plus grandes transportées sur des brouettes spéciales. Les lignes sont posées sur le sol, ou enterrées à une profondeur de quelques centimètres ; dans ce cas, un câble à isolement parfait est absolument nécessaire. Pour les fils placés sur le sol entre deux postes, on choisit

Digitized by Google

la route la plus sûre, même si elle n'est pas la plus courte. On évite les espaces nus, et on pose de préférence le fil sur des haies. S'il faut traverser un chemin, on choisit deux arbres ou deux supports convenables, on attache la ligne au pied du premier arbre, on l'applique contre le tronc et on franchit à une hauteur minimum de 4 m. 50 ; on redescend le long du tronc de l'arbre opposé et on assujettit le fil au pied. En l'absence d'arbres ou de supports, la ligne doit être enterrée dans le sol. Toute ligne devrait, si possible, être éloignée d'au moins dix mètres d'une autre ligne ; autrement les effets d'induction donneraient lieu à des mélanges de conversations entre lignes.

La rupture des fils téléphoniques par les éclats d'obus se présente fréquemment, et comme l'interruption des communications peut avoir de très graves répercussions, on prend des mesures pour maintenir la continuité des circuits aussi longtemps que possible. A cet effet, on emploie des lignes multiples et un dispositif connu sous le nom de « système en échelle », représenté dans la fig. 3. Les parties composant la ligne ressemblent à une échelle. Malgré les nombreuses ruptures indiquées par les croix,

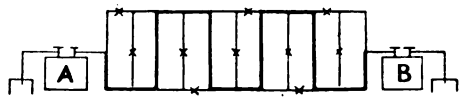


Fig. 3. — Dispositif de lignes téléphoniques en échelle.

le circuit reste constitué de A à B par la ligne figurée en trait fort. Des réseaux de ce genre sont parfois enterrés dans le sol, et permettent de maintenir une communication pendant de longues périodes. La méthode a deux inconvénients : d'abord on dépense une grande longueur de fil; ensuite, chaque rupture est susceptible de mettre l'ensemble à la terre, défaut difficile à localiser.

Une autre méthode est celle représentée par la fig. 4, où quatre lignes sont posées entre les postes A et B ; ces lignes passent, en D, par un poste de surveillance enterré, où se tient un télégraphiste muni d'un téléphone C. On doit admettre que les lignes, représentées parallèles sur le dessin, prennent des routes très différentes entre les extrémités et le poste de surveillance. D'après

Digitized by Google

la position des croix, toutes les lignes sont rompues sauf 1 et 4 à droite, 2 et 3 à gauche de D. En essayant successivement toutes les lignes sur le téléphone C, on peut reconnaître les tronçons qui sont coupés ; ainsi, en reliant le téléphone à la ligne 4, on pourra communiquer avec A, et non avec B; on en déduira que cette ligne est rompue entre D et B. On trouvera, de la même manière, que la ligne 2 est intacte entre D et B, mais rompue de

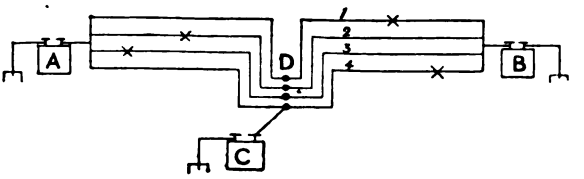


Fig. 4. — Montage en parallèle.

l'autre côté. En réunissant les parties intactes des lignes 4 et 2, ou 1 et 3 au poste de surveillance D, on rétablira une ligne continue entre A et B. Cette méthode offre l'avantage de faciliter la localisation des défauts et l'isolement des tronçons mauvais jusqu'après réparation.

Postes centraux de campagne. — Lorsque plusieurs postes doivent intercommuniquer, on installe un poste central. Un commandant de batterie pourra par exemple communiquer avec son observateur, les dépôts de munitions, les pièces, et chacune de ces unités l'une avec l'autre. On se sert pour cela d'un petit tableau portatif à fiches.

Devoirs du téléphoniste. — Le téléphoniste militaire a une grande responsabilité. Il doit pouvoir entretenir ses appareils en bon état de fonctionnement et les réparer. Il doit également pouvoir construire les lignes, localiser et réparer les dérangements. Il doit aussi transmettre et recevoir les télégrammes au Morse à une vitesse minimum de douze mots par minute. Il doit souvent, au risque de sa vie, rétablir ou desservir les lignes. Son travail quotidien demande des connaissances, de l'habileté, du courage.

Digitized by Google

Conclusion. — La téléphonie de campagne est un très vaste sujet dont je n'ai effleuré que les traits principaux. J'ai toutefois montré que la formation d'un téléphoniste ne peut pas se faire uniquement par l'enseignement militaire. Pour mériter confiance, il doit connaître son appareil dans toutes les parties, de façon à être en mesure de trouver et de réparer rapidement un dérangement. Et ceci m'amène à émettre le vœu que, dans tout le pays, des professeurs compétents répandent les connaissances nécessaires en organisant méthodiquement des cours avec le concours des autorités militaires, qui fourniraient des appareils. On formerait ainsi, en peu de temps et à peu de frais, de bons téléphonistes en nombre suffisant. On a souvent parlé de la « mobilisation de la science », mais pour obtenir des résultats certains, il faut confier à chacun un travail en rapport avec son expérience et ses capacités. On remplirait cette condition en confiant à des professeurs compétents le soin de former les téléphonistes militaires et les résultats seraient, à mon avis, dans les circonstances actuelles, de la plus haute importance pour le pays. Une organisation serait facile, n'entraînerait pas de grandes dépenses et permettrait de mettre à profit les capacités spéciales de nos hommes de science.

Digitized by Google

LA COMMUNICATION TÉLÉPHONIQUE NEW-YORK-SAN-FRANCISCO[1]

La communication téléphonique entre New-York et San-Francisco, depuis longtemps à l'étude, vient d'être réalisée. New-York et San-Francisco communiquent directement, par téléphone, par une ligne aérienne de près de 5.440 kilomètres, qui a été inaugurée le 26 janvier 1915.

Pour cette circonstance, la ligne a été prolongée jusqu'à Jekyl Island (1.600 kilomètres de New-York). Le président Wilson à Washington et le professeur Graham Bell, l'inventeur du téléphone, ont échangé des félicitations.

Le président a aussi téléphoné à San-Francisco par une ligne de 5.760 kilomètres pour féliciter tous les techniciens présents qui avaient participé à la construction. M. Thes. N. Vail, président de l'*American Telegraph and Telephone Company* a pu parler de Jekyl Island à San-Francisco, avec M. JJ. Carty, sous la direction duquel on avait fait le projet de la ligne.

La parole parvenait nette et suffisamment forte. Le professeur Graham Bell a aussi conversé à San-Francisco avec M. Watson, qui avait collaboré à l'invention du téléphone, en se servant d'une copie de leur appareil primitif. Bien que beaucoup de perfectionnements aient été apportés au téléphone depuis sa découverte, il est intéressant de remarquer que M. Watson a compris tout ce qui lui a été dit.

A l'occasion de la cérémonie, les directeurs des Compagnies américaines de télégraphie et de téléphonie prononcèrent des

1. *Post Office Electrical Engineers Journal*, avril 1915.

Digitized by Google

discours rappelant tous les progrès réalisés depuis l'invention du téléphone.

New-York et San-Francisco sont reliés par deux circuits pupinisés, en fils de cuivre de 4,2 mm. de diamètre (435 livres). Ces deux circuits sont combinés et le circuit combiné est lui-même pupinisé. Sur l'ensemble de la ligne, il n'y a, au total, pas plus de 16 kilomètres de parties souterraines.

Des dispositifs spéciaux permettent d'utiliser les circuits pour les transmissions télégraphiques sur diverses sections.

La parole parcourt la ligne totale (5.440 kilomètres) en un quinzième de seconde, tandis que le trajet moyen en chemin de fer exige 90 heures. La taxe unitaire entre New-York et San-Francisco est de 20 dollars (110 fr. environ) par conversation de 3 minutes. Il faut remarquer que le matériel utilisé pendant la conversation vaut plus de 2.000.000 de dollars ; mais il y a trois circuits téléphoniques, sans compter les communications télégraphiques.

Le circuit New-York-San-Francisco est le plus long qui existe et sa réussite peut être considérée comme un véritable tour de force. On se demande d'abord : comment est-il construit ? La portée sur un circuit est limitée par ses constantes électriques, sa longueur et les appareils utilisés (y compris les relais téléphoniques) si, bien entendu, on se propose, d'avance, d'obtenir un certain minimum d'audition pris comme étalon.

Les renseignements déjà publiés sur ce sujet nous montrent la possibilité de réaliser une communication téléphonique. Dans une note communiquée à l'Institut des Ingénieurs électriciens, on trouve un graphique qui donne les équivalents de transmission d'un circuit aérien en fil de cuivre de 4 mm. 2, pupinisé et non pupinisé. Ce sont des circuits de ce diamètre qui constituent la communication transcontinentale. D'après ce graphique, la constante d'affaiblissement par mille, pertes terminales non comprises, est pour le circuit pupinisé non combiné, de 0,00155 et pour le circuit non pupinisé, de 0,00365. Si l'on ajoute des bobines sur le « combiné », il y a un supplément de résistance et par suite un léger accroissement de la constante d'affaiblisse-

Digitized by Google

ment. Il semble que la portée de la parole sur un tel circuit est un peu plus que doublée par la pupinisation. Le professeur Fleming, dans une note sur « les perfectionnements en téléphonie à grande distance » communiquée à la Société Royale, le 27 mars 1914, a donné les constantes électriques de ces circuits, d'après les indications fournies par M. JJ. Carty. Ces constantes sont, par mille : résistance, $R = 4,14$ ohms ; capacité, $K = 0,0091$ microfarad ; self-induction, $L = 0,0034$; la perte n'est pas indiquée. Les bobines Pupin ont une self de 0,265 henry et une résistance de 6,5 ohms à la fréquence 800. La constante d'affaiblissement donnée par le professeur Fleming est cependant 0,0013, ce qui exigerait un très bon isolement des circuits combinants.

Il n'est pas fait mention des constantes du circuit combiné, mais, d'après ce qu'a dit M. Carty à la conférence des Ingénieurs des Télégraphes de 1910, on peut s'attendre à ce que l'affaiblissement de ce circuit soit moindre que celui des circuits combinants.

Si l'on admet 0,0013 comme le meilleur chiffre que l'on puisse obtenir pour le circuit en question, il s'ensuit que l'équivalent de la ligne New-York à San-Francisco est de 41 milles de câble étalon, sans tenir compte des sections souterraines et des pertes terminales par réflexion.

A la conférence de Paris de 1910, il a été admis que l'affaiblissement $\beta l = 4,8$ (45 milles de câble étalon) représente la portée limite du téléphone avec les appareils ordinaires. Jusqu'à un certain point, ce nombre est mal défini, d'autant plus que l'appareil n'est pas déterminé. Il n'est pas tenu compte de l'usage possible de relais téléphoniques ou d'appareils haut-parleurs. Cependant nous pouvons avoir une idée de la possibilité d'une communication en admettant que son affaiblissement total ne doit pas dépasser, à très peu près, ce que les ingénieurs ont admis comme la limite pratique de portée. Plus nous approchons de cette limite, plus il est difficile d'assurer un service régulier et satisfaisant sur les lignes aériennes, à cause des variations d'isolement dues aux circonstances atmosphériques. Ceci s'ap-

Digitized by Google

plique plus spécialement aux circuits combinés appropriés au télégraphe.

L'importance des relais téléphoniques pour une telle communication est évidente et l'idée d'en employer un ou plusieurs vient immédiatement à l'esprit.

La téléphonie transcontinentale a été rendue possible par la pupinisation. On sait cependant que l'efficacité des circuits pupinisés varie beaucoup plus que celle des circuits ordinaires avec les différences d'isolement. La variation de la constante d'affaiblissement est approximativement proportionnelle à $R + \frac{SL.}{K}$

La self-induction étant fortement accrue par la pupinisation, la valeur de l'expression varie plus rapidement en fonction de S que pour les lignes ordinaires. Dans une ligne sujette aux baisses d'isolement, l'accroissement d'affaiblissement peut devenir très important. Naturellement, il faut prendre toutes les précautions possibles pour éviter cet inconvénient. Comparons la ligne New-York-San-Francisco avec la plus longue ligne pupinisée d'Europe, celle de Berlin à Rome, qui a 2.082 kilomètres.

Le professeur Fleming donne ses constantes électriques dans la note déjà citée. Les fils ont 4 mm. 5 de diamètre et les bobines employées ont, par henry, la même résistance que les bobines américaines. Sa capacité et son inductance sont à peu près les mêmes que pour un des circuits combinants de New-York-San-Francisco, c'est-à-dire : capacité 0,009 microfarad par mille, inductance 0,0354 henry par mille au lieu de 0,0091 et 0,0365 ; mais la constante d'affaiblissement du circuit Berlin-Rome est plus grande, soit 0,00177 par mille contre 0,00155 pour le circuit américain correspondant non combiné.

Ceci ne peut s'expliquer que de la façon suivante :

Le circuit Berlin-Rome étant moins bien isolé à cause de son plus gros diamètre, ses constantes, pertes non comprises, sont telles qu'elles donneraient un affaiblissement plus petit par unité de longueur que celui du circuit américain.

Il faut tenir compte, dans une large mesure, de l'isolement et de ses baisses fortuites dues aux circonstances climatériques, et

Digitized by Google

c'est précisément sur ce point que l'on manque de données ; par suite, il ne faut faire ces comparaisons qu'avec une certaine réserve.

Le succès de la ligne transcontinentale New-York-San-Francisco montre d'une façon remarquable les grands progrès réalisés en téléphonie à longue distance.

Digitized by Google

Lettre d'un chef de poste télégraphique de l'Armée anglaise[1].

La lettre suivante du lieutenant W. J. Gwilliam était adressée à l'éditeur du *Journal du Post Office*.

Avant de rejoindre les armées de Sa Majesté, le lieutenant Gwilliam était ingénieur du *Post-Office* à Reading, chargé du district de South-Midland.

Mon cher Cruiskshank,

J'apprends que vous êtes en bonne santé et fort occupé avec la colle et les ciseaux. Moi je suis équipé, mais non pas très affairé. Après quelques années de vie très active dans une section, il est quelque peu difficile de s'adapter aux conditions de la vie militaire. Mon service de chaque jour, comme chef de poste, m'occupe en moyenne huit heures, mais lorsqu'il est terminé, il n'est pas possible, non seulement de perdre de vue que nous sommes en guerre, mais aussi d'oublier la tâche à accomplir. Cette dernière est toujours nouvelle pour moi, et je ne pense pas que personne en soit plus heureux.

Le chef de poste est chargé du trafic télégraphique et téléphonique militaire, de l'entretien des lignes, des appareils et de l'envoi des dépêches par des cavaliers. En plus, il lui incombe de petites corvées, comme l'installation des sonneries et de la lumière électrique nécessaire et à la surveillance des chevaux de la compagnie du quartier général.

1. *The Post Office Electrical Engineer's Journal*, octobre 1915.

Digitized by Google

La construction des lignes aériennes mérite à peine ce nom.

Les risques ne sont pas exceptionnels. Quand le combat s'engage, l'ennemi bombarbe d'abord le poste télégraphique du quartier général s'il sait où il se trouve. Lorsqu'il n'y a pas d'action, on reçoit quelquefois la visite d'aéroplanes ennemis qui lancent des bombes. La dernière fois ils jetèrent huit bombes, causant la mort d'une poule inoffensive et m'obligeant à terminer précipitamment mon déjeuner.

Quand je débutai il y a dix mois, les affaires marchaient bien. Je rejoignis le corps à Ypres. Vous avez sans doute lu quelle fut la situation de cette fameuse ville de Belgique à la fin d'octobre et au commencement de novembre. Cependant je m'en tirai malgré les bombes et les taubes, néanmoins, je ne fus pas fâché lorsqu'on ordonna aux survivants du ...e corps de se diriger vers le sud, après que les Allemands eurent abandonné l'offensive.

Sir John French a fait un beau récit de la lutte soutenue par le ...e corps à Ypres pendant cette période ; si vous le lisez, vous verrez que sur 20.000 hommes il en reste environ 3.000 avec très peu d'officiers. Des renforts et une division supplémentaire nous arrivèrent d'Angleterre et, finalement, on nous envoya au repos au sud d'Ypres, dans une petite ville française, située sur les bords d'une rivière boueuse. Nous sommes restés dans ce morne endroit tout l'hiver et jusqu'en juin ; c'est pendant cette époque que furent livrées les batailles de Neuve-Chapelle, d'Aubers et de Festubert.

J'ai su que la censure avait permis la publication d'un récit complet et exact de tout ce qui se passa à ces batailles. Vous connaissez par conséquent toutes les opérations.

A chaque fois j'ai pris, comme chef de poste, une garde de vingt-quatre heures aux quartiers généraux avancés du corps ; c'est seulement à ces moments-là que j'ai réellement gagné ma solde.

La guerre moderne dépasse l'imagination, à moins qu'on ne soit sur le théâtre des opérations, et, même dans ce dernier cas, on voit peu de choses, à moins qu'on ne puisse suivre l'engagement d'un poste d'observation. Le bruit des canons ne cesse pas,

Digitized by Google

semblable au grondement du tonnerre, et dure pendant de longues heures. Il s'arrête petit à petit, et alors l'infanterie s'élance à l'attaque. Le bombardement prolongé a pour but de briser et de renverser tous les obstacles, tels que réseaux de fil de fer barbelés, les granges fortifiées, les fermes etc... Vous comprenez aisément la responsabilité énorme du chef de poste télégraphique pendant ces combats. Les messages ont la plus grande importance ; ce sont des messages techniques. Pendant les engagements, les communications doivent être assurées entre les divisions, les brigades et les bataillons, ainsi qu'avec l'artillerie. C'est là que l'officier chargé de la construction gagne sa solde. L'ennemi essaie de détruire toutes les communications télégraphiques pour empêcher l'arrivée des renforts. Son artillerie bombarde également les routes et les champs en arrière de la ligne de feu. Les réparations des fils comportent, de ce fait, des risques considérables. Un problème doit être résolu, c'est de maintenir d'une façon satisfaisante la communication entre les troupes qui ont pris des tranchées et les forces de l'arrière. Un fantassin ne peut traverser la zone de feu et prendre part à l'attaque d'une tranchée ennemie en emportant une bobine de fil d'une main, un téléphone de l'autre et un fusil avec baïonnette entre ses dents. Il est alors impossible de franchir la tranchée qui a été prise à cause du feu terrible des mitrailleuses. Les signaux optiques paraissent être la seule méthode pratique dans ce cas, mais le système n'est guère satisfaisant. Je ne peux prévoir si je passerai un nouvel hiver ici, mais je le crains. L'hiver dernier fut rude, mais nous sommes installés confortablement, si on nous compare aux troupes des tranchées qui sont dans l'eau glacée jusqu'aux genoux pendant des périodes de vingt-quatre heures.

Pendant les premiers mois de l'année je fis de nombreuses leçons sur la télégraphie et la téléphonie aux télégraphistes des quartiers généraux et des brigades. L'organisation aux brigades était un peu primitive. Les leçons furent faites dans des villages en ruines, dans des granges ou des caves, malgré les bruits extérieurs. Cependant, j'en suis ordinairement satisfait, car

Digitized by Google

elle me procure quelquefois une invitation à dîner avec le général de la brigade, ainsi qu'une invitation à faire une ronde aux tranchées après le dîner. J'ai toujours accepté la première, mais jamais la seconde.

Actuellement, j'ai une vie confortable. De la fenêtre de ma chambre à coucher, je vois de beaux feux d'artifice chaque nuit. Les ambulances automobiles, emportant les blessés, passent toutes les heures. Il est intéressant aussi d'observer le bombardement des aéroplanes ennemis ; ils commettent parfois des dégâts, mais en général les taubes sont chassés ou bien détournés des positions importantes.

Le *Post Office* britannique a beaucoup aidé en fournissant à l'armée des appareils téléphoniques et du matériel pour lignes aériennes. Avec des consoles et des isolateurs on a pu, en plusieurs occasions, sauver la situation lorsqu'on ne pouvait avoir l'isolateur du type militaire. Les fils de bronze et de fer de 40 livres sont aussi employés fréquemment à la place du fil de bronze silicieux à quatre brins, qui est le fil type pour les lignes aériennes militaires.

Les fils souterrains n'échappent pas aux dérangements.

Vous serez intéressé de savoir que j'ai recommandé l'emploi dans l'eau du fil sous plomb à une paire, isolé au caoutchouc. Les lignes aériennes sont souvent portées par de grands mâts. Les circuits fonctionnèrent bien pendant trois mois, et le câble relevé était encore utilisable.

Digitized by Google

PROGRÈS RÉALISÉS EN TÉLÉGRAPHIE ET EN TÉLÉPHONIE SANS FIL

PENDANT L'ANNÉE 1915 [1]

Des progrès sensibles ont été réalisés en télégraphie sans fil à longue distance.

Le remarquable succès de la station à arc Poulsen, de 150 kw. de Darieu, a démontré sans conteste le côté pratique et l'excellent rendement de ce type de transmetteur. La nouvelle installation de Sayville, qui emploie un alternateur de haute fréquence de 150 kw. et deux transformateurs doubleurs de fréquence, fonctionne depuis assez longtemps pour qu'on puisse avoir confiance dans ce système. Le succès commercial de ce poste, qui fait le service avee Nauen, et des postes de Tuckerbon et d'Eilvese, devrait répondre à toutes les objections soulevées sur la possibilité d'un service radiotélégraphique transatlantique pouvant concurrencer les câbles sous-marins.

Pratiquement tout le service télégraphique commercial entre les États-Unis et l'Allemagne s'effectue exclusivement par radio.

Le fonctionnement de ces postes démontre l'équivalence électrique et la supériorité, au point de vue construction, des antennes en parapluie sur l'antenne en nappe horizontale, qui est plus coûteuse.

Il est douteux qu'un ingénieur puisse encore discuter aujourd'hui sur les mérites respectifs des transmissions à ondes entretenues et à étincelles. L'insuccès des deux grandes stations à étincelles, établies pour la télégraphie transocéanique, impose silence à leurs plus acharnés défenseurs.

1. *Electrician*, 31 décembre 1915.

Digitized by Google

L'année 1915 a vu l'adoption de l'ultraudion, comme récepteur, à l'exclusion de tous les autres systèmes. Le service commercial serait pratiquement impossible sans ce perfectionnement de l'audion. La marine américaine a presque réformé tous les autres types de détecteurs dans ses postes. Cette mesure est naturellement dictée, en partie, par l'emploi de plus en plus étendu des transmetteurs à ondes entretenues.

Il faut mentionner les expériences de téléphonie sans fil à grande distance, qui ont eu lieu entre les stations d'Arlington, de Mare Island et d'Honolulu. Malgré le secret gardé sur les dispositifs employés, on sait que ces expériences ont été faites en utilisant, à la transmission, une sorte d'audion générateur d'ondes, et des audions détecteurs et amplificateurs à la réception.

Un petit microphone commandait un amplificateur. Les oscillations amplifiées du premier circuit étaient envoyées dans le circuit-grille d'une plus grosse lampe. Les courants de cette lampe envoyée dans les circuits-grilles d'une série de 12 à 20 grosses lampes, montées en parallèle, et les courants très amplifiés parvenaient enfin dans une dernière série de 300 à 550 lampes. Celles-ci étaient alimentées par un générateur à courant continu à 600 volts. On obtenait ainsi des courants de haute fréquence, d'une intensité de 50 ampères qui étaient parfaitement influencés par le petit microphone. Sous des conditions météorologiques parfaites, la transmission qu'on vient de décrire fut suffisante pour être, pendant la nuit, reçue et amplifiée par des audions-détecteurs à une distance de plus de 6.000 kilomètres.

On peut envisager la possibilité de relier une émission de ce genre aux lignes téléphoniques ordinaires. Toutefois, au point de vue commercial, l'énorme dépense qu'entraîneraient la construction d'une telle émission de grande puissance, ainsi que le renouvellement des ampoules, fait que cette méthode n'a actuellement que la valeur d'une merveilleuse expérience scientifique.

Il n'en reste pas moins acquis que l'an 1915 a fait entrevoir, sans doute possible, l'immense avenir réservé à la téléphonie sans fil. (Lee de FOREST.)

Digitized by Google

EXPÉRIENCES DE TÉLÉPHONIE SANS FIL TRANSATLANTIQUE [1]

La presse technique américaine a publié un certain nombre de comptes rendus très intéressants sur des expériences récentes de téléphonie sans fil, entre la station d'Arlington et divers postes récepteurs. Le 29 septembre 1915, on a pu converser d'une façon satisfaisante d'Arlington à Mare-Island (Californie) (distance approximative de 2.500 milles), et, la même conversation fut entendue à Pearl Harbour (Honolulu) (4.900 milles). Le 21 octobre les expériences furent répétées avec succès entre Arlington et le poste de la Tour Eiffel. Ces résultats peuvent être considérés comme un progrès immense.

Un grand nombre de techniciens ont travaillé la question depuis qu'on connaît les propriétés des lampes présentant une électrode froide et un filament incandescent. On admet généralement que, sans la guerre, la Compagnie de télégraphie sans fil Marconi aurait déjà mené à bien ses expériences de téléphonie sans fil transatlantique.

De ce qui a déjà été publié, on peut déduire que le succès des essais est dû principalement à l'emploi du relais à vide, tant à la réception qu'à la transmission. Le professeur Fleming, il y a pas mal d'années, a publié les résultats de ses recherches sur un tube à vide présentant une électrode froide et un filament incandescent, entre lesquels on a depuis intercalé une grille. Ces lampes ont été employées dans différents buts (détecteurs de faibles ondes hertziennes, relais téléphoniques et générateurs-convertisseurs de courant continu en courant alternatif de haute

1. *The Post Office Electrical Engineers Journal*, janvier 1916.

Digitized by Google

fréquence). Les promoteurs de ces essais de téléphonie à longue distance n'ont pas, autant qu'on sache, publié de détails sur l'appareil et les montages employés, mais les commentaires des physiciens américains renseignent à peu près à ce sujet. Le professeur Goldsmith aurait dit que le succès de ces expériences était dû en grande partie à une soupape perfectionnée dont l'invention du professeur Fleming était la clef de voûte. On a dit aussi que l'*American Telephone and Telegraph Company* avait fait application du même principe dans un relais employé lors de l'expérience récente de téléphonie par fil, entre New-York et San-Francisco.

De tous ces commentaires, on peut conclure que le courant de haute fréquence utilisé dans l'antenne de transmission est fourni par un grand nombre de lampes génératrices, contrairement à ce que l'on faisait autrefois, alors qu'on employait l'arc à hydrogène ou l'alternateur de Goldsmith. Il n'y a pas de raison de prévoir une limite au nombre de ces générateurs, qui pourront être mis en parallèle, et il ne semble pas y avoir de difficulté pratique à commander ces lampes par un microphone. On évite ainsi les difficultés que l'on éprouvait lorsqu'on agissait sur tout le courant de l'antenne avec une série de microphones. A la réception, aucun appareil nouveau n'est nécessaire puisque les réceptions utilisées pour la télégraphie sans fil conviennent également pour la téléphonie sans fil.

L'emploi de l'amplificateur à vide à l'émission simplifie beaucoup la liaison entre le réseau téléphonique ordinaire et une station de téléphonie sans fil, car il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des relais mécaniques, utilisant des mouvements analogues à ceux de la plaque d'un écouteur téléphonique. Ce dispositif fut, sans aucun doute, employé pour permettre au président de l'*American Telephone and Telegraph Company*, de parler de son bureau de New-York, par lignes ordinaires, jusqu'à Arlington et de là par radio avec M. Carty, ingénieur en chef de la Compagnie, qui était à Mare Island. La transmission sans fil, dans ces expériences, ne se fit que dans un sens, les réponses revenant par les lignes ordinaires. Pour transmettre à une telle distance, même

Digitized by Google

avec une très grande antenne, il est nécessaire d'utiliser une grande puissance (50 à 100 kw.) et, par suite, un grand nombre de lampes génératrices. C'est pour éviter la dépense correspondante que les expériences furent limitées à la transmission dans un seul sens. D'après M. Bancroft Gherardi, l'un des principaux collaborateurs de M. Carty, la téléphonie sans fil ne pourra jamais remplacer la téléphonie ordinaire, et cela pour beaucoup de raisons ; mais on peut cependant espérer qu'elle la complètera utilement.

M. Bancroft Gherardi aurait dit, en outre, que la téléphonie sans fil est influencée par les perturbations atmosphériques ou autres. Mais il est intéressant de noter que le professeur Pupin, ainsi que M. Nikola Tesla, viennent d'annoncer qu'ils ont découvert les moyens de supprimer, pour la téléphonie sans fil, les perturbations atmosphériques. Ces perturbations constituaient incontestablement une très grande difficulté, aussi, si le résultat annoncé est atteint, on peut dire qu'un progrès immense vient d'être obtenu.

Digitized by Google

DESCRIPTION

DE LA

STATION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE DE TUCKERTON

Qui fait le service entre les États-Unis et l'Allemagne [1]

Le poste de télégraphie sans fil à ondes entretenues de Tuckerton est devenu très important à cause de la réouverture du service direct avec Eilvese, près d'Hanovre (Allemagne). Il faut rappeler que cette communication a été essayée pendant quelques mois avant le commencement de la guerre, et qu'elle fonctionne de jour et de nuit.

Des essais ultérieurs devaient avoir lieu pour fixer la possibilité d'un trafic permanent, malgré les perturbations atmosphériques, et déterminer la vitesse de transmission. Lorsque le câble d'Emden fut coupé, le trafic direct dut passer par les postes radiotélégraphiques de Tuckerton et de Sayville. La communication avec le poste le plus puissant, celui de Tuckerton, fut la plus satisfaisante. Beaucoup de messages avaient été échangés quand des modifications surgirent au sujet de la licence fédérale du poste qui était propriété étrangère. Pour faciliter le règlement de cette affaire, les services de la marine des Etats-Unis reprirent le système Goldschmidt, et, à partir du 9 septembre, le public put déposer des télégrammes non relatifs à la guerre à destination d'Eilvese ou d'autres postes côtiers européens.

La taxe du poste fut fixée par la marine à 85 centimes par mot (avec un minimum de 10 mots par télégramme), et une règle-

1. *Electrical World*, 31 octobre 1914.

Digitized by Google

mentation fut établie au sujet de la censure des télégrammes rédigés d'après un code. Le 15 septembre, on annonça que la communication avec Eilvese n'aurait lieu que pendant trois heures chaque nuit, à cause des troubles atmosphériques, et que la taxe du poste serait portée à 1 fr. 25, avec un maximum de 25 mots par message. La condition du minimum de 10 mots fut supprimée. Le trafic commença sur cette base, mais, pendant la première nuit, du 15 au 16 septembre, l'alternateur de haute fréquence eut des avaries, et le poste fut fermé. Une autre machine fut immédiatement envoyée d'Allemagne, par Rotterdam, avec l'espoir qu'elle transiterait sans encombre par les pays neutres. Un appareil, qui avait été envoyé de Californie, fut installé pour rétablir la communication.

Les postes Goldschmidt des États-Unis et d'Allemagne sont exactement les mêmes et constituent le premier couple de postes à alternateurs de haute fréquence, construits pour les communications à grande distance. La partie essentielle de chaque poste est l'alternateur à réflexions ; les courants ont une fréquence fondamentale de l'ordre de 10.000 et cette fréquence est ensuite quadruplée. L'alternateur de Tuckerton comprend, comme équipement, des condensateurs au mica employés pour l'accord de sous-fréquences de 10.000, 20.000 et 30.000 périodes par seconde. Le poste possède une installation de force, comprenant une machine à vapeur Westinghouse verticale à double compound, et deux génératrices Triumph de 120 HP et à courant continu (220 volts) qui alimentent un gros moteur de 250 HP, couplé directement avec l'alternateur de haute fréquence.

L'alternateur et son moteur sont de construction allemande. L'alternateur a 200 pôles, son rotor a environ 1 mètre de diamètre ; le rotor et le stator sont en tôle de 0,05 millimètre d'épaisseur, séparés par une épaisseur de papier de 0,03 millimètres. Le poids du moteur est d'environ 5 tonnes. La machine tourne à 4.000 tours ; l'entrefer a moins de 0,025 millimètres. Ces dimensions, difficiles à atteindre, sont imposées par la fréquence et le désir de réduire au minimum les pertes dans les circuits magnétiques. Les augmentations successives de fréquence dans

Digitized by Google

cet alternateur s'obtiennent par des procédés déjà publiés. Aussi suffit-il de rappeler la disposition des circuits employés dans la machine à quatre étages (fig. 1). Le courant continu, venant de la génératrice, G, traverse la bobine de self L_1, et l'enroulement du stator L_2 ; un courant ayant une fréquence de 10.000, prend naissance dans le rotor L_3 et passe dans le circuit accordé, cons-

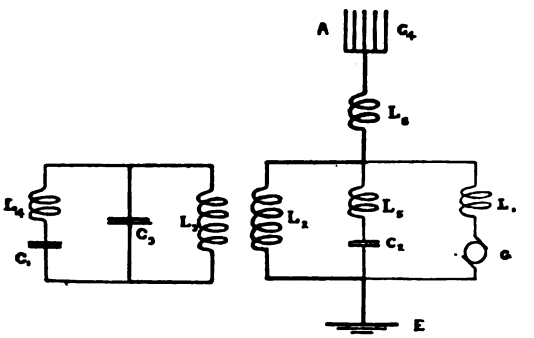


Fig. 1. — Alternateur Goldschmidt à quatre étages de fréquence.

titué par le condensateur C_1 en série avec la self L_4. Ce courant à 10.000 périodes induit, à son tour, un courant de fréquence 20.000 dans le stator ; ce courant, de fréquence double passe dans le circuit L_2 L_5 C_2, accordé pour cette fréquence, mais ce courant induit un courant de fréquence de 30.000 dans le rotor. Le circuit L_3 C_3 est accordé pour cette nouvelle fréquence, et le courant produit donne dans le stator le courant désiré de fréquence 40.000 ; ce courant passe dans le circuit accordé antenne-terre C_4 L_6 L_7 E. A Tuckerton, le courant dans l'antenne est de 135 ampères, ce qui, étant donné la résistance de l'antenne, qui est d'environ 6 ohms, pour une longueur d'onde de 7400 mètres, représente environ 110 kw. dans l'antenne. Cette puissance est produite avec une dépense approximative de 180 kw. dans le moteur de l'alternateur ; le rendement effectif est donc de 60 °/₀. On admet que cet alternateur pourrait produire une puissance utile, en haute fréquence, de 200 kw. Le pylône d'acier, de section triangulaire, qui porte l'antenne a une hauteur de 825 pieds ; il est soutenu par 12 haubans montés par trois ; la base est isolée sur du verre, et

Digitized by Google

une genouillère permet une légère inclinaison de l'ensemble sous la poussée du vent.

Une deuxième articulation, isolée, est placée à mi-hauteur pour donner de la flexibilité et éviter la formation des courants induits. Les haubans, en câble d'acier, sont également coupés par des isolateurs. L'antenne en double cône se compose de 36 fils descendant en parapluie du sommet du pylône, sur une hauteur de 600 pieds, et revenant ensuite vers la base, où ils se rejoignent au poste. La fréquence propre de l'antenne est de 107.000 périodes, ce qui correspond à une longueur d'onde de 2.800 mètres et approximativement à 2,7 fois la fréquence de l'alternateur.

Pour la transmission des signaux Morse, le courant de haute fréquence est coupé ou réduit dans les intervalles entre les points et les traits, en plaçant le manipulateur sur l'excitation à courant continu. De cette façon, le moteur est rapidement mis en charge ou hors-circuit, et les temps relatifs pendant lesquels le manipulateur est abaissé ou relevé changent avec les différentes successions des points et des traits ; le travail résultant fourni par le moteur varie d'une seconde à l'autre. Ces variations, si elles n'étaient pas compensées, feraient varier la vitesse du générateur, et le courant dans l'antenne diminuerait d'autant plus que la vitesse de l'alternateur s'écarterait davantage de la fréquence de résonance. Pour pouvoir maintenir l'accord, on a jugé nécessaire de commander par le manipulateur une partie du rhéostat de champ du moteur, de façon qu'en abaissant le manipulateur, on diminue la résistance en série avec l'induit du moteur, juste assez pour combattre la tendance au ralentissement. Il faut remarquer que, lorsqu'on transmet, en coupant l'excitation, toute la puissance de 100 kw. est commandée par 5 kw. ou 6 kw., et que, puisque les circuits magnétiques sont formés de tôles très minces, les variations de courant dans l'antenne sont suffisamment brusques pour permettre la télégraphie rapide.

Le poste de Tuckerton reçoit les ondes entretenues envoyées d'Eilvese, situé à 4.000 milles, au moyen des réceptions ordinaires et d'un dispositif détecteur appelé « roue chantante ». La roue chantante comprend deux roues dentées, montées sur l'axe d'un

Digitized by Google

moteur à grande vitesse, et ayant un balai de contact sur son extrémité, le tout formant un interrupteur à haute fréquence, facile à commander. L'instrument comporte un tachymètre, un frein à courants de Foucault et un régulateur centrifuge électrique. Lorsqu'il est relié à un circuit convenable, par exemple à T W, dans le cas de la fig. 2, et mis en marche de manière que les

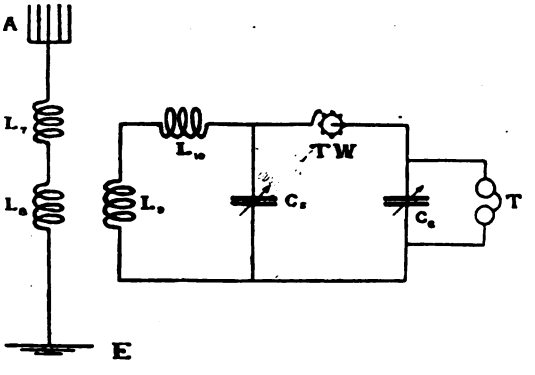


Fig. 2. — Roue chantante.

contacts se fassent légèrement en avance ou en retard sur les maxima successifs des courants reçus, on perçoit un son chantant dans les récepteurs téléphoniques T. La hauteur du son dépend de la différence entre la fréquence des ondes reçues et la fréquence de contact, elle peut varier avec la vitesse de la roue chantante. Le fonctionnement peut être compris en se reportant à la fig. 2 : L_7 et L_8 servent à accorder l'antenne C_5 sur fréquence n_1, des ondes à recevoir, et L_9, L_{10} et C_5 constituent le secondaire ordinaire. Quand il y a résonance, les différences de potentiels maximum, dues aux ondes alternatives entretenues de fréquence n_1, se forment aux bornes du condensateur C_5. Si la roue chantante tourne à la vitesse donnant une fréquence de contact n_1, le condensateur C_6 sera chargé à un voltage toujours le même, dont l'amplitude et la polarité seront déterminées par la différence de phase, entre l'instant du contact et du maximum des oscillations. Si la roue chantante donne des contacts à une fréquence n_2, à peine différente de n_1, il y aura une variation uniforme de différence de phase, et le résultat sera une charge alternative de C_6, la

Digitized by Google

fréquence mesurée par la différence entre n_1 et n_2. Ainsi, si la longueur d'onde reçue est de 7.500 mètres, correspondant à une fréquence de 40.000, et que la roue chantante donne 39.500 ou 40.500 contacts par seconde, le son produit aura une hauteur correspondante de $n_1 - n_2$, soit 500 périodes par seconde. Puisque l'énergie vient du circuit secondaire à chaque oscillation, le condensateur C_6 du téléphone doit avoir une plus petite capacité que dans le cas du tikker ordinaire, et la sélection donnée par ce dispositif de syntonisation n'est pas diminuée. Outre la réception sur la fréquence fondamentale, il est possible d'obtenir la production de sons perceptibles, avec des vitesses de la roue chantante donnant un nombre de contacts correspondant à des valeurs légèrement différentes des multiples ou des sous-multiples de la fréquence de l'onde à recevoir ; il est cependant établi que ce mode de réception entraîne une diminution de l'énergie reçue. Évidemment, cette méthode de réception a beaucoup de points semblables à la réception par l'hétérodyne de Fessenden. Par exemple, la fréquence du son est égale à la différence entre la fréquence des ondes reçues et celle des contacts ou des courants fournis par le générateur local ; les sons produits peuvent être des harmoniques de l'un ou de l'autre. Les transmissions perturbatrices peuvent être éliminées par l'emploi d'une fréquence locale, produisant des sons non perceptibles pour les transmissions parasites ; les ondes entretenues donnent des sons musicaux purs, tandis que les ondes amorties donnent des sifflements dans les téléphones. Les circuits de réception, actuellement employés à Tuckerton, n'ont pas été décrits complètement. Les avis paraissent différer sur le point de savoir si cette réception peut être ou non considérée comme équivalente à l'hétérodyne, qui produit les mêmes effets, mais qui ajoute l'énergie locale.

Les transmissions de Tuckerton ont été enregistrées photographiquement à Eilvese, pendant le jour, au moyen d'un galvanomètre à corde.

La portée paraît à peu près la même dans n'importe quelle direction, quoique les difficultés provenant des troubles atmosphériques doivent être plus grandes du côté américain.

Digitized by Google

Avant que l'alternateur venant de Californie soit installé, le poste transmettait avec un générateur à arc de 80 kw . à 100 kw., qui donnait un courant d'environ 90 ampères dans l'antenne, ce qui correspondait approximativement à une énergie utile de 50 kw. Ce générateur permet de travailler la nuit avec Eilvese dans des conditions favorables. On a pris des dispositions pour installer un plus gros appareil, afin de permettre le travail continu avec une énergie égale ou supérieure à la précédente. En raison de la hauteur de l'antenne (825 pieds), Tuckerton avait une meilleure émission que celle du poste à étincelles de 50 kw. de Sayville, même avant l'installation de son nouvel alternateur.

Digitized by Google

STATISTIQUE DU TRAFIC JOURNALIER MOYEN EN FRANCE

(1915) [1]

		Trafic journalier détaillé	Trafic journalier global
1° Correspondances civiles affranchies.	Lettres, cartes-lettres et cartes postales ordinaires	5.120.700	9.062.200
	Cartes postales illustrées	985.100	
	Journaux	1.871.300	
	Imprimés divers	739.500	
	Échantillons	172.800	
	Chargements divers	172.800	
2° Correspondance officielle en franchise.	.....	292.000	292.000
3° Paquets militaires.	Affranchis	321.200	369.800
	Gratuits	48.600	
4° Correspondances militaires en franchise (lettres et cartes).	Originaires du front	3.135.000	10.736.500
	A destination du front	3.919.400	
	Originaires des dépôts et places fortes	1.329.000	
	A destination des dépôts et places fortes	1.370.900	
	Originaires de l'armée d'Orient	69.500	
	A destination — —	75.700	
	Originaires des formations sanitaires	325.000	
	A destination — —	325.000	
	Originaires et en provenance des G. V. C., des travailleurs, de la flotte et du 5e Génie.	197.000	
5° Correspondances des prisonniers de guerre.	A destination des prisonniers français en Allemagne	168.600	305.800
	Originaires des prisonniers français en Allemagne	76.500	
	A destination de prisonniers allemands en France	35.100	
	Originaires de prisonniers allemands en France	25.600	
Trafic total journalier		20.776.300	20.776.300

1. Moyenne du mois de décembre.

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

La technique télégraphique en France, depuis l'origine (Exposition de San-Francisco), par E. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes. (Librairie de l'École des Travaux Publics, 3, rue Thénard, Paris, V^e^. — 1 vol. in-8° carré, 240 pages, 113 figures, 21 portraits hors texte. 3 francs).

A l'occasion de l'Exposition de San-Francisco, le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes a chargé l'École Supérieure des Postes et Télégraphes de dresser le bilan des inventions françaises, et, en particulier, de celles dues à des Fonctionnaires et Agents de l'Administration des Postes et Télégraphes, en matière télégraphique.

C'est dans ces conditions que la *Bibliothèque des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* fait paraître *La Technique télégraphique en France*, par E. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

Cet ouvrage prend place tout naturellement parmi les brochures publiées par les diverses Administrations à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco.

Il est divisé en quatre parties :

La première traite de la *Télégraphie optique* qui, tout d'abord d'une utilisation nécessairement très limitée, rendit d'inappréciables services dès l'apparition du système de *Chappe*, puis, plus tard, avec les *héliographes de Leseurre* et autres inventeurs.

Dans la seconde partie, l'auteur retrace à grands traits le *déve-*

Digitized by Google

loppement des connaissances en électricité et en magnétisme, depuis l'antiquité jusqu'à la découverte de la pile ; puis viennent les immortels travaux d'Ampère et d'Arago, ceux de Becquerel, Peltier, Poisson, Pouillet, etc., sur les *sources d'électricité* et les *lois générales des courants* ; ceux de Fizeau, Gounelle, Gaugain, Blavier, et tant d'autres, sur *les lignes*, *la propagation des courants*, etc., etc. ; enfin, une note sur la *construction des lignes* établit la supériorité des méthodes et du matériel français.

La troisième partie comprend une description sommaire des nombreux *systèmes télégraphiques* qui se sont succédé : *appareils à aiguilles aimantées*, *à cadran*, *écrivants*, *automatiques*, *électrochimiques*, *autographiques*, *multiples* ; à côté de Morse, Hughes et Wheatstone, on y trouve les noms de Bréguet, Meyer, Mercadier, Baudot, Picard, qui ont porté la France au premier rang de la télégraphie moderne.

La quatrième partie est consacrée à la *Télégraphie sans fil*, dont Branly fut le véritable précurseur, et qui s'illustre des travaux d'une pléiade de savants français, parmi lesquels Poincaré, Blondlot, Blondel, Ferrié, Abraham, Tissot. Une note spéciale est consacrée au poste de la *Tour Eiffel*, dont la puissance incomparable a valu à la France l'honneur de devenir le centre international, qui porte aux confins du monde l'heure universelle.

Le livre est complété par un *répertoire biographique*, comprenant tous les noms de savants et d'inventeurs cités au cours des études qui viennent d'être résumées ; parmi ceux-ci, on trouve un grand nombre d'Ingénieurs et de Fonctionnaires de l'Administration française.

Cet ouvrage a été présenté à l'Académie des Sciences, par M. Blondel, dans la séance du 14 février 1916.

Digitized by Google

NOUVEAUX BREVETS D'INVENTION[1]

18.913 Système téléphonique semi-automatique — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme) — France.
Septième addition au brevet 433.268

469.526 Dispositif de protection des lignes télégraphiques contre les troubles d'induction provenant des lignes de transport d'énergie — Société Anonyme pour l'exploitation des procédés Westinghouse-Leblanc — France.

Consiste à employer, sur la ligne télégraphique, des courants dont la tension soit nettement supérieure aux forces électro-motrices perturbatrices. A cet effet, les deux postes extrêmes sont reliés à la ligne par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur de tension ; les signaux se transmettent ainsi de l'un à l'autre par double transformation. Pour les lignes de quelque longueur, ce montage peut être combiné avec les dispositifs déjà en usage : transformateurs-compensateurs, fil-pilote, etc.

18.988 Première addition au brevet précédent.

19.156 Deuxième addition au brevet précédent.

19.157 Dispositif microphonique pour l'amplification et l'enregistrement des signaux radiotélégraphiques — M. Fernand-Laurent-Edmond-Joseph Charron — France.
Première addition au brevet 469.349

19.630 Perfectionnement dans les commutateurs automatiques — Société dite : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme) — France.
Troisième addition au brevet 466.295

19.667 Appareil téléphonique — Compagnie Française pour l'ex-

1. Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (IIIe arr.).

Digitized by Google

Première addition au brevet 456.723 — ploitation des Procédés Thomson-Houston — France.

19.724 Deuxième addition au brevet 365.127 — Microphone avec accessoires — Société Industrielle des Téléphones (Constructions Électriques, Caoutchouc, Câbles) — France.

19.748 Quatrième addition au brevet 466.295 — Perfectionnement dans les commutateurs automatiques — Société dite : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme) — France.

19.768 — Cinquième addition au brevet précédent.

19.815 Première addition au brevet 454.529 — Mécanisme envoyeur d'impulsions — Société dite : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme) — France.

19.861 Première addition au brevet 469.565 — Poste récepteur à réglage instantané pour télégraphie ou téléphonie sans fil — M. Joseph Michet de la Baume — France.

19.901 Deuxième addition au brevet 462.989. — Application du convertisseur de courant continu en courant ondulatoire isochrone à la télégraphie sans fil pour engendrer des oscillations (système de H. Magunna) — Société des Télégraphes Multiplex (Système E. Mercadier, H. Magunna) — France.

469.664 — Système d'appareils électriques pour actionner à distance, sans fil, une machine imprimeuse — M. Francesco de Bernochi — Italie.

469.690 — Télégraphe imprimeur — Société dite : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme) — France.

Récepteur permettant l'impression en forme de page et basé sur le principe du combinateur de Baudot : cinq disques superposés portent des encoches, disposées de telle sorte que le cylindre formé par leur réunion présente, sur 31 de ses génératrices, l'ensemble des combinaisons du code Baudot. Lorsque l'un des 5 électro-aimants récepteurs est actionné, il déplace le disque qui lui correspond, et le combinateur présente cinq creux sur l'une de

Digitized by Google

ses génératrices ; la position de celle-ci varie suivant la combinaison enregistrée par les électro-aimants. Un levier coudé peut alors s'enfoncer dans les creux qui lui sont offerts ; il détermine, au moment opportun, la projection de la feuille de papier contre la roue des types, montée sur l'axe du combinateur. Un signal spécial permet au transmetteur de commander le changement de ligne.

469.803 Détecteur à cristal pour télégraphie sans fil — M. Ernest Duval — France.

469.946 Disposition de bobines de self-induction pour la pupinisation des doubles lignes téléphoniques combinées en duplex — MM. Henning-Bernhard-Mathias Pleijel et Axel Herman Olsson — Suède.

19.888 Première addition au brevet précédent.

470.168 Transmetteur automatique d'impulsions électriques — Société dite : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme) — France.

470.235 Enregistreur pour réseau téléphonique — Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston — France.

470.268 Système de communication pour la télégraphie et autres, particulièrement approprié à l'usage des appareils sans fil — M. Frederik Grandison Sargent — États-Unis d'Amérique.

470.382 Perfectionnements aux systèmes téléphoniques — MM. Edward Alfred Graham et William John Rickets — Angleterre.

470.383 Système téléphonique — M. Edward Alfred Graham — Angleterre.

470.625 Commutateur de poste secondaire pour installations téléphoniques — Société dite : Aktiebolaget L. M. Ericsson & C° — Suède.

470.636 Système de reliement réciproque de deux lignes téléphoniques à un relais amplificateur de courants téléphoniques — M. Paul Drumaux — Belgique.

A pour but d'éviter la production d'oscillations perturbatrices, qui se manifestent lorsque les deux lignes téléphoniques ne possèdent

Digitized by Google

pas les mêmes constantes électriques, et surtout lorsque ces constantes sont variables. Le dispositif consiste à relier les deux lignes, non pas directement au relais amplificateur, mais par l'intermédiaire de deux lignes artificielles, pourvues de self-induction et de capacité, de manière que les courants téléphoniques s'y propagent, sous forme ondulatoire, avec une vitesse de propagation relativement faible.

470.637 Transmetteur pour la télégraphie sans fil — M. John Groeme Balsillie — Australie.

470.816 Installation téléphonique à intercommunications directes. — MM. Paul Robert et Jules Vuillemin — France.

471.041 Appareil codique à combinaisons multiples — M. Paul Bienvaux — France.

471.555 Dispositif pour la transmission automatique des signes télégraphiques — Société La Télégraphie rapide — France.

471.562 Transmetteur microphonique — Société Automatique Enunciator Company — États-Unis d'Amérique.

472.048 Système téléphonique automatique — Société dite : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme) — France.

472.119 Transmetteur de télégraphie sans fil — Société dite : Marconi's Wireless Telegraph Co Limited — Angleterre.

Caractérisé par la combinaison d'un certain nombre de condensateurs, dont chacun a ses deux plaques connectées à une source de courant, avec des dispositifs pour les décharger indépendamment et en synchronisme avec l'antenne.

472.133 Perfectionnements aux systèmes de signaux — M. Fay H. Webster — États-Unis d'Amérique.

L'Éditeur-gérant,
A. DUMAS.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

5me ANNÉE. JUIN 1916. N° 2

SEP 12 1916
UNIV. OF MICH.
LIBRARY

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS (IXe)

Digitized by Google

Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté Ame AU CAPITAL DE FRANCS **5.250.000**

à **PONT-DE-CHÉRUY** (Isère)

Siège social à **LYON,** 20, quai de Retz.

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection contre l'incendie.

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage Electrique

LAMPES ÉLECTRIQUES, MARQUE "FOTOS"

Fils et Câbles électriques

Nus et Isolés

CABLES SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute Tension. Transport d'Énergie

AFFINAGE, LAMINAGE,

Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC EN GÉNÉRAL

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque **E. C. G.**

PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions et Autobus

USINES :

PONT-DE-CHÉRUY (Isère).
LA PLAINE-CHAVANOZ (Isère).
LYON, 12, Rue du Belvédère.
LYON, 220, Route d'Heyrieux.
SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès.	Tél. Cent.	21-57 et 21-85.
LYON, { 19 & 20, quai de Retz.	Tél.	16-50.
LYON, { 12, rue du Belvédère.	»	30-17.
TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot.	»	2-59.
MARSEILLE, 2, rue Armény.	»	31-28.
GRENOBLE, 26, rue du Lycée.	»	26-73.
ANGERS, Place de la Visitation.	»	3-56.
BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien.	»	39-62.
ALGER, 28, boul. Carnot.	»	21-76.

Digitized by Google

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS (IXe)

Digitized by Google

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes.*

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris.

Membres de la Commission :

M. Dennery, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président.*

M. A. Blondel, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. Pasquet, Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. Belugou, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Bazille, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Ferrière, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine.

MM. Lorain et Maureau, Ingénieurs en Chef des Postes et Télégraphes, Professeurs à l'École Supérieure.

M. Saunier, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres.*

MM. Hain, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, Drouet et Viard, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires.*

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Le Personnel des Postes et des Télégraphes et la Guerre..... 95

Le Service postal, télégraphique et téléphonique dans les administrations et les armées des pays ennemis..... 97

Extraits d'une Conférence faite en Allemagne, en 1915, sur « La Technique et la Guerre »..... 97

Emploi, en Allemagne, de chemins roulants dans le service des colis postaux..... 100

Avis relatif aux correspondances originaires de l'Allemagne et destinées à ses alliés et aux pays neutres..... 101

Service des Postes et des Télégraphes en Belgique occupée... 102

Marques apposées sur les wagons transportant des envois pour la poste aux armées allemandes..... 102

Traitement appliqué en Allemagne, aux journaux non remis aux destinataires en campagne..... 102

Fonctionnaires et Agents des Postes et des Télégraphes allemands tués à la guerre en 1915..... 103

Câble téléphonique Berlin-Cologne..... 104

Le Bureau Téléphonique semi-automatique d'Angers, par M. Reynaud-Bonin, Ingénieur des Postes et des Télégraphes..... 105

Le Service postal, télégraphique et téléphonique en Angleterre pendant la Guerre..... 173

Le Télégraphe et la Traction par courants alternatifs, par M. Marius Latour..... 179

Application du duplex au système Baudot, par M. Mercy, Commis principal au Poste Central Télégraphique de Paris..... 188

Augmentation de la portée des communications téléphoniques au moyen de relais..... 199

Frais d'exploitation des centraux téléphoniques automatiques et manuels, par M. John Hesketh, Ingénieur en Chef du Post Office australien..... 201

Progrès de la Téléphonie à grande distance depuis la découverte de Pupin..... 207

Digitized by Google

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Pages.

Remarques sur les applications du courant continu à haute tension dans la télégraphie et la téléphonie sans fil 214
Choses aperçues au cours d'un rapide voyage à travers les États-Unis..... 217
Les pylônes à antennes du poste de télégraphie sans fil de Darien. 218

Périodiques en langues étrangères.

Influence des perturbations atmosphériques sur la propagation des ondes hertziennes..... 219
Note sur la résistance des antennes utilisées en télégraphie sans fil..... 221
Sur les antennes à radium..... 223
Localisation des manchons défectueux sur les lignes aériennes. 225
Câbles souterrains sans conduite..... 226
Extension du réseau téléphonique souterrain en Angleterre.... 228

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Projet d'extension et d'amélioration du réseau téléphonique français..... 229
Enveloppe inviolables..... 231
Soudage par l'électricité..... 232
Poteaux télégraphiques en verre..... 233
Détecteurs sous-marins..... 233
Brevets d'invention..... 235

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Lorain, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (3e édition. 1914). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. Feret du Longbois, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 4 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. Tongas, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 5 francs le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. Tongas (1913). — 1 vol. Prix : 1 franc.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2e édition. 1913). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Ferrière, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Sauvage, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 1 fr. 25.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Maureau, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Drouet, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. Cahen, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914).— 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

En vente à la librairie de l'École des Travaux publics, 3, rue Thénard, Paris, Ve.

---

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. Pomey, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

---

(1). Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Digitized by Google

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. Fleming), traduit de l'anglais par M. Ravut, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. Le Normand, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par Rein), traduit de l'allemand par M. Viard, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e^.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par Abbott); traduit de l'anglais par M. Gilles, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par Kempster B. Miller); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, Paris, VI^e^.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par Stille); traduit de l'allemand par MM. Picault, Ingénieur, et Montoriol, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e^.

Vient de paraître :

La Technique Télégraphique en France, depuis l'origine (Exposition de San-Francisco), par M. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

En vente à la librairie de l'École des Travaux Publics, 3, rue Thénard, Paris, V^e^.

Digitized by Google

Le personnel des Postes et Télégraphes ET LA GUERRE

Depuis l'ouverture des hostilités, d'importants prélèvements ont été opérés dans le personnel des Postes et des Télégraphes pour être utilisés aux armées.

43.000 agents, sous-agents ou ouvriers pouvaient, de par leur âge, être appelés à concourir à la défense nationale.

30.000 ont été mobilisés, les uns dans les formations spéciales de la télégraphie militaire de 2e ligne ou de la trésorerie et des postes aux armées, le plus grand nombre, dans les diverses armes combattantes ; beaucoup sont déjà tombés glorieusement pour la défense du pays.

Qu'il s'agisse du personnel mobilisé ou du personnel resté à son poste pour faire face aux pressants besoins des services postaux et télégraphiques, tous, dans les graves circonstances présentes, ont accompli leur devoir avec un dévouement inlassable attesté par des témoignages élogieux venus de toutes parts.

La liste de ces témoignages est trop longue pour trouver place ici ; chaque mois, du reste, le *Bulletin Mensuel* fournit, à cet égard, des renseignements qui ne manquent ni de grandeur, ni d'éloquence.

Au mois de juin 1916, l'Administration a déjà enregistré pour son personnel, au titre des événements de guerre, 40 promotions dans l'ordre de la Légion d'honneur, 90 décorations de la médaille militaire, 654 citations diverses à l'ordre des armées, 16 citations civiles au *Journal officiel*.

Cette énumération impressionnante, et qui n'est pas close,

Digitized by Google

prouve que le personnel des Postes et Télégraphes à l'heure actuelle, sait faire vaillamment tout son devoir.

1.647 mobilisés, comprenant 265 agents, 1.079 sous-agents et 303 commis ont été tués ou sont décédés depuis le début des hostilités. On compte, en plus, 16 victimes non mobilisées, dont 2 agents, 12 sous-agents et 2 ouvriers.

Digitized by Google

Le service postal, télégraphique et téléphonique

DANS LES ADMINISTRATIONS ET LES ARMÉES

DES PAYS ENNEMIS

EXTRAITS D'UNE CONFÉRENCE

faite en Allemagne, en 1915, sur

La Technique et la Guerre [1]

On sait que la télégraphie électrique n'est pas seulement employée à la transmission en campagne, mais aussi à l'envoi de nouvelles du théâtre de la guerre ; et nos ennemis, hélas ! l'utilisent aussi pour répandre dans le monde entier de pitoyables mensonges. C'est ce qu'on a rendu d'une façon élégamment satirique dans une gravure récente. On y voit comment un régiment anglais reçoit, de son colonel, l'ordre d'évacuer le champ de bataille ; il n'y a que la station télégraphique que le colonel défende d'abandonner, car, tant que les Anglais la posséderont, ils demeureront vainqueurs.

Combien est grande l'influence morale, ou plutôt immorale, que possèdent nos ennemis, grâce à la maîtrise du réseau international des câbles, nous n'en avons fait, hélas ! que trop souvent l'expérience.

Les câbles télégraphiques sont, on le sait, une découverte allemande, une découverte de Werner Siemens ; mais, hélas ! ce

(1). Dr G. Roessler, professeur à l'ÉcoleTechnique Supérieure de Dantzig.

Digitized by Google

n'est pas par nous mais par les Anglais qu'ils ont été posés dans toutes les mers ; et cette négligence, due à notre ancienne impuissance politique et économique, nous la payons cher aujourd'hui. Bien des gens, sans doute, ignorent que Werner Siemens a été aussi le père involontaire de l'agence de mensonges Reuter. Dans ses *Souvenirs*, à propos de la pose de la ligne télégraphique Cologne-Aix-la-Chapelle-Verviers, il raconte ce qui suit : « Pendant la construction de cette ligne, je fis la connais-« sance de l'entrepreneur du service postal de pigeons voya-« geur entre Cologne et Bruxelles, un certain M. Reuter, dont « l'entreprise utile et lucrative était impitoyablement ruinée par « l'installation du télégraphe électrique. Comme Mme Reuter, « qui accompagnait son mari en voyage, se plaignait à moi de « la ruine de leur entreprise, je leur donnais à tous deux le con-« seil d'aller à Londres et d'y établir une agence d'informations « télégraphiques, analogue à celle qui venait d'être fondée à Berlin « par un certain M. Wolff, en collaboration avec mon cousin le « Justizrat Siemens. Reuter suivit mon conseil avec un succès « extraordinaire. L'agence télégraphique Reuter de Londres et « son fondateur, le riche baron Reuter, sont aujourd'hui univer-« sellement connus. » Ainsi l'histoire de la fondation des deux grandes agences se trouve liée au nom de Siemens.

Plus loin, parlant de l'industrie allemande et des difficultés qu'il lui a fallu surmonter depuis le début de la guerre actuelle, le conférencier s'exprime ainsi sur l'importante question du cuivre et sur les sociétés qui se sont fondées pour la fourniture des matières premières, dont la pénurie se faisait sentir : « Parmi les principaux métaux, celui qui causa les plus grandes préoccupations fut le cuivre, qui est impérieusement nécessaire à l'approvisionnement des troupes en munitions. Le cuivre et le laiton, pour cette raison, font partie des matières déjà réquisitionnées. L'hiver dernier, notre chef actuel d'état-major général, devant le représentant de l'*Associated Press*, l'association de presse la plus influente des États-Unis, s'est étendu sur les expédients susceptibles d'être employés en cas d'extrême nécessité. Il démontra à ce propos que, si nous n'avons, à la vérité, que peu

Digitized by Google

de cuivre sous forme de minerais dans notre sous-sol, nous en avons à profusion sous forme de fils électriques souterrains et aériens. Le secrétaire général de l'association des électriciens allemands, poursuivant cette idée, a calculé que, dans les installations électriques allemandes, se trouve une quantité de cuivre égale à 800 000 tonnes environ. Il est vrai que, par la manipulation qu'a subie, pour être façonné, le cuivre ainsi employé, et par son incorporation dans les parties adéquates des installations, il a acquis une telle valeur, qu'on songera d'abord à se procurer du cuivre d'une autre manière. En tout cas, cette statistique montre que la patrie possède, pour le cas d'extrême nécessité, d'immenses trésors, qui actuellement sont encore cachés.

« On peut d'ailleurs, dans bien des cas où manquent les matériaux employés jusqu'à présent, se tirer d'affaire avec des succédanés. Trouver ceux-ci et les employer judicieusement, c'est la tâche essentielle du technicien et de la science. C'est ainsi qu'en électrotechnique on s'est décidé, avant toute chose, à remplacer les fils de cuivre par des fils de fer ou de zinc, et que l'association des électrotechniciens allemands qui, en temps de paix, a déjà, par ses instructions, réglementé la construction des installations électriques, s'est mise immédiatement à l'œuvre pour établir des règles pour l'emploi de ces nouveaux conducteurs de fer.

« Parmi les initiatives heureuses qui furent prises en Allemagne, pour que l'industrie souffrit le moins possible de l'état de guerre, il faut signaler les sociétés qui se sont fondées pour la fourniture des matières premières. Certaines branches de la technique, qui ne pouvaient s'approvisionner en quantité suffisante, et qui, par suite, se trouvaient contraintes à une économie toute particulière, remédièrent à cet inconvénient en fondant tout un ensemble de sociétés pour la fourniture des matières premières, par exemple : société générale des métaux, société générale des produits chimiques, société générale des lainages, société générale des cuirs, etc. Dans ces sociétés, les bénéfices sont interdits par les statuts. Elles se sont

Digitized by Google

procuré leurs capitaux dans le monde de l'industrie et du commerce de ces matières premières; ces capitaux servent à acheter et exploiter des stocks de matériaux. La direction des affaires est assurée par des spécialistes et contrôlée par un conseil de surveillance, dans lequel l'État est représenté par un commissaire. On sait que, depuis quelque temps, il est procédé à une réquisition officielle de différentes matières premières. »

Emploi en Allemagne de chemins roulants dans le service des colis postaux.

Le service des colis postaux fait usage, depuis quelque temps, non seulement de glissières et de transporteurs à courroies, mais encore de chemins roulants, soit pour amener les paquets des guichets de dépôt à la salle du départ, soit pour les acheminer des wagons de marchandises au bureau des messageries, dans les gares.

Les chemins roulants se composent essentiellement de tubes d'acier étiré, sans soudure, d'environ 10 cm. de diamètre, qui sont fixés à des distances l'un de l'autre de 15 à 25 cm. dans des châssis en fer de 2 à 4 mètres de longueur et dont les axes tournent dans des paliers à billes. Les châssis reposent sur des bâtis en forme de chevalets ou sont montés sur roues; on peut les accoupler et les allonger à volonté.

Avec les chemins roulants fixes, on obtient le passage vers une direction quelconque en adaptant à l'appareil des sections de châssis à charnières.

Une faible pente suffit pour faire fonctionner les chemins roulants; avec une inclinaison de 2 °/₀ (2 centimètres par mètre) les paquets déposés glissent d'eux-mêmes sur les cylindres qui se mettent automatiquement en mouvement; ils descendent sans bruit, sans chocs apparents.

A part le graissage des paliers à billes, opération à renouveler de temps en temps, les chemins roulants n'exigent aucun soin particulier, et surtout, ils n'ont pas besoin d'être actionnés mécaniquement. Leur emploi est donc plus économique et peut

Digitized by Google

être encore plus sûr que celui des transporteurs à courroies. Ces derniers, il est vrai, peuvent fonctionner dans un plan horizontal, même verticalement, et dans les deux sens grâce à la commutation de l'énergie électrique.

Les chemins roulants présentent sur les simples glissières, auxquelles une assez forte pente est nécessaire, l'avantage qu'on peut les employer même avec une faible différence de hauteur, entre le poste de départ et le poste d'arrivée et aussi bien pour un court que pour un long trajet.

Avis relatif aux correspondances originaires de l'Allemagne et destinées à ses alliés ou aux pays neutres.

Pour faciliter l'exécution du contrôle des correspondances avec les pays alliés ou neutres par la censure militaire, les recommandations suivantes sont faites au public :

Les lettres doivent être déposées ouvertes. Le texte est rédigé en allemand ou dans l'une des langues étrangères autorisées et ne doit pas excéder deux pages du format de papier à lettre ordinaire. Aucune indication politique ou militaire ne peut être donnée. L'écriture doit être nette et lisible.

Les lettres commerciales peuvent dépasser deux pages de texte et être accompagnées de comptes, mémoires, factures, catalogues et autres annexes à caractère commercial.

En ce qui concerne les enveloppes, elles peuvent être confectionnées en toile ou en papier, mais aucune garniture protectrice intérieure en papier de soie ou en toute autre matière ne peut être insérée.

Si ces dispositions ne sont pas observées, les lettres sont refusées ou pour le moins exposées à subir un retard de plusieurs semaines, en raison des difficultés apportées au service du contrôle.

D'une manière générale, le public est invité à restreindre au strict minimum les correspondances privées avec les pays alliés ou neutres.

Digitized by Google

Service des postes et des télégraphes en Belgique occupée.

Un édit du 7 juillet 1915, émanant du Gouverneur général provisoire de Belgique, remet en activité le service belge de la Marine, des Postes et des Télégraphes.

A la tête de chacune des trois sections est un Directeur général. Un secrétaire général centralise les affaires des trois sections.

Les questions suivantes ressortissent au nouveau service :

1° Réglementation des traitements, indemnités journalières, émoluments, demi-soldes et toutes autres rétributions du personnel belge, utilisé ou non ;

2° Fixation de la contribution de ce personnel à la caisse des veuves et des pupilles et à la caisse des ouvriers ;

3° Fixation du taux des pensions et secours aux employés, à leurs veuves et à leurs orphelins ;

4° Solution des questions relatives aux bâtiments domaniaux et au loyer des bureaux ;

5° Règlement des obligations résultant de contrats passés avant la guerre.

Toutes ces questions sont soumises à l'examen de l'Administration Centrale allemande, qui se réserve toute décision.

Marques apposées sur les wagons transportant des envois pour la Poste aux Armées allemandes.

Afin de distinguer plus facilement, dans les convois, les wagons chargés de correspondances pour la Poste aux Armées, on colle sur ceux-ci des étiquettes portant imprimée en noir et très visible la mention : « Poste aux Armées ». L'étiquette est en papier vert clair pour les wagons dirigés vers le front et en papier rouge-brique pour ceux à destination de l'intérieur.

Traitement appliqué, en Allemagne, aux journaux, non remis aux destinataires en campagne.

Les journaux, dont l'abonnement a été pris par l'intermé-

Digitized by Google

diaire de la Poste, soit à l'intérieur, soit aux Armées, qui ne peuvent ni être distribués aux destinataires en campagne, ni être réexpédiés, ne seront plus renvoyés à l'origine, mais remis aux corps de troupe, tant que les éditeurs ou souscripteurs n'en auront pas disposé autrement.

Lorsque les exemplaires sont envoyés directement sous forme de lettres, la remise au corps de troupe ne peut avoir lieu que si l'adresse des exemplaires est revêtue de la mention imprimée : « En cas de non distribution, peut être remis au corps de troupe. »

Fonctionnaires et agents des postes et des télégraphes allemands tués à la guerre, en 1915.

Le nombre de fonctionnaires et d'agents des Postes et Télégraphes allemands, incorporés dans les armes combattantes comme officiers et sous-officiers doit être considérable, étant donné que beaucoup d'entre eux ont été tués à la guerre. Cette utilisation du personnel des Administrations est une indication des grandes difficultés qu'éprouvent les Allemands pour recruter leurs cadres.

D'après les avis et notices nécrologiques publiés par la revue *Deutsche Verkehrs-Zeitung*, le nombre des fonctionnaires des Postes et Télégraphes tués, en 1915, au cours de la guerre, est de 41 ; celui des agents s'élève à 932. Leur situation militaire est indiquée, ci-après, par catégorie de personnel :

1° *Fonctionnaires :*

Chefs et sous-chefs de bureau : 4 (1 lieutenant, 1 sous-officier, 2 engagés volontaires).

Directeurs : 4 (2 chefs de bataillon, 2 capitaines).

Vice-directeur : 1 (capitaine).

Inspecteurs supérieurs : 7 (capitaines).

Inspecteurs ordinaires : 9 (capitaines).

Inspecteurs des bâtiments : 1 (lieutenant).

Inspecteurs des Télégraphes : 2 (1 capitaine, 1 lieutenant).

Aspirants-inspecteurs : 12 (1 capitaine, 7 lieutenants en premier, 4 lieutenants).

Digitized by Google

2° *Agents :*

Receveurs : 8 (4 officiers, 4 sous-officiers).

Commis principaux : 80 (57 officiers, 20 sous-officiers, 3 soldats).

Commis ordinaires : 720 (299 officiers, 292 sous-officiers, 129 soldats).

Commis auxiliaires : 80 (3 officiers, 14 sous-officiers, 63 soldats).

Postulants : 37 (26 officiers, 11 sous-officiers).

Mécaniciens des Télégraphes : 7 (5 sous-officiers, 2 soldats).

Trésor et Postes aux Armées. — Commis principaux : 8.

Télégraphie militaire : Commis : 9.

Câble téléphonique Berlin-Cologne.

Le premier câble téléphonique à longue distance posé en Allemagne reliera Berlin à la Westphalie et à la Prusse rhénane. Dans le budget de 1912, on prévoyait une dépense de 6.250.000 fr. pour la section Berlin-Magdebourg qui était en voie d'achèvement en 1913. Une deuxième tranche de 7.500.000 fr. figurait au budget de 1913 pour la section Magdebourg-Hanovre que l'on comptait terminer la même année. On estimait également à 7.500.000 fr. la dépense à prévoir en 1914 pour la section Hanovre-Dortmund. On espérait achever en 1915 la construction de la ligne entière, dont le point d'aboutissement est fixé à Cologne.

Le câble contient 50 circuits pouvant être combinés deux à deux, ce qui donne 75 communications. Il est pupinisé aussi bien pour les circuits combinants que pour les combinés.

Digitized by Google

Le bureau téléphonique semi-automatique d'Angers.

PAR M. REYNAUD-BONIN,
Ingénieur des Postes et des Télégraphes.

NOTIONS SUCCINCTES DE TÉLÉPHONIE SEMI-AUTOMATIQUE

Le système téléphonique *semi-automatique* ne diffère pas du système à *batterie centrale* en ce qui concerne les postes d'abonnés et l'intervention des opératrices pour établir une communication. Le téléphone semi-automatique peut donc être substitué à notre système actuel de batterie centrale sans apporter aucun trouble dans les habitudes des abonnés : ce n'est qu'une question de montage de bureau central.

Dans un bureau central semi-automatique, lorsque l'opératrice a enregistré le numéro de l'abonné demandé sur un clavier analogue à celui d'une machine à écrire, la mise en relation de cet abonné avec l'abonné demandeur se poursuit automatiquement par des commutateurs tournants que nous décrirons plus loin. Donc, plus de fiches, plus de jacks généraux ou particuliers ; le meuble téléphonique est réduit aux proportions d'une simple table d'aspect très dégagé.

L'opératrice n'est occupée par le demandeur que juste le temps suffisant pour enregistrer sur son clavier le numéro demandé. Une téléphoniste habile pourra assurer jusqu'à 500 communications à l'heure, chiffre double de celui qui est obtenu avec la batterie centrale manuelle.

Enfin le système téléphonique semi-automatique se prête aisément à la transformation en système entièrement automatique. Dans ce cas, les postes d'abonnés doivent être remplacés par des postes spéciaux, mais le montage du bureau central ne doit subir que des modifications insignifiantes : quelques fils de connexions

Digitized by Google

à supprimer et le système complètement automatique est réalisé. On peut même avoir concurremment dans un même bureau

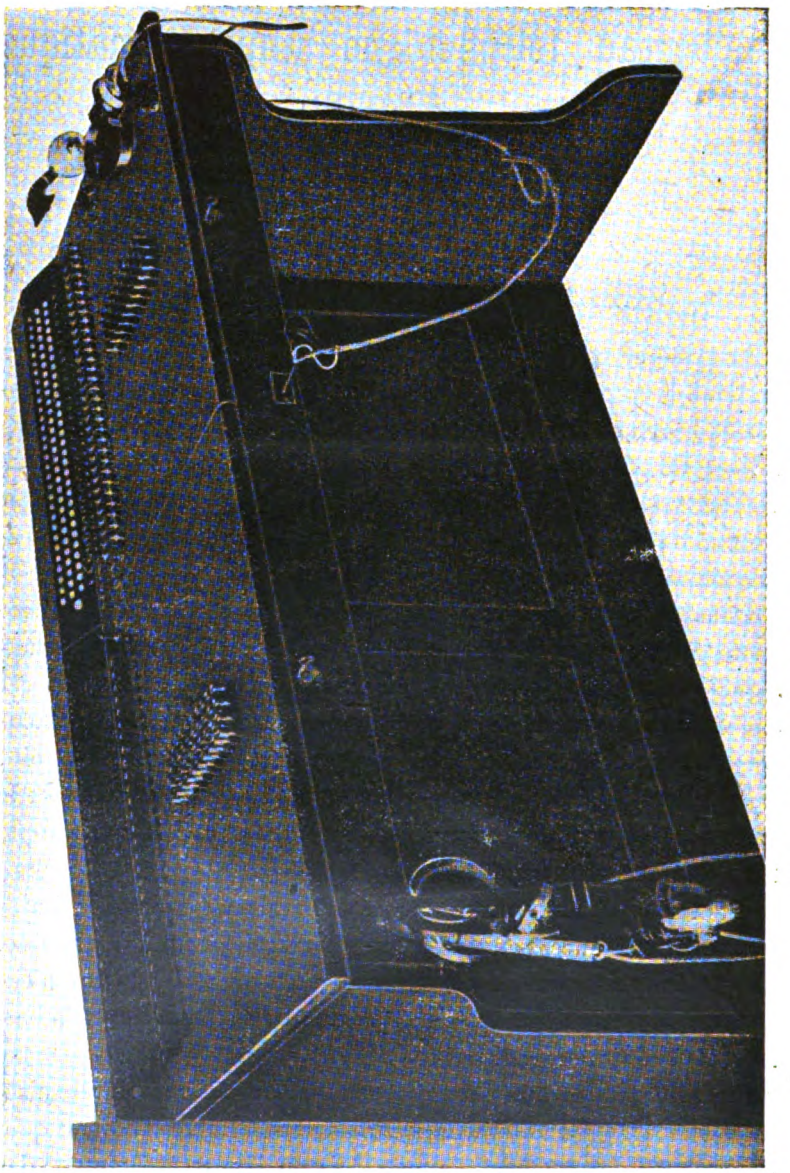


Fig. 1. — Table d'opératrice pour système semi-automatique.

des abonnés semi-automatiques et des abonnés convertis en automatique pur.

Digitized by Google

Historique. — C'est en 1912 que M. Chaumet, sous-secrétaire d'État aux Postes et Télégraphes, a décidé l'établissement de commutateurs semi-automatiques dans les bureaux d'Angers et de Marseille et de commutateurs automatiques à Nice et à Orléans.

Les travaux d'aménagement de ces bureaux étaient tous entrepris en juillet 1914 quand la guerre éclata. Malgré la raréfaction de la main-d'œuvre l'équipement du bureau d'Angers a été achevé et le bureau semi-automatique mis en service en novembre 1915.

Le passage du service manuel au service semi-automatique s'est effectué sans incidents.

1.400 abonnés sont reliés au commutateur, dont la capacité totale est de 3.000 abonnés et qui est placé dans un local assez vaste pour recevoir une extension considérable (jusqu'à 20.000 abonnés).

Nous allons décrire le fonctionnement du commutateur semi-automatique.

Sommaire

La planche I représente le circuit complet du système.

Nous décrirons ce qui se passe aux diverses phases d'une conversation.

A. — Un abonné décroche son récepteur.

Les lignes d'abonnés aboutissent à des chercheurs primaires à raison de 60 par chercheur et elles sont multiplées sur plusieurs chercheurs primaires. Les chercheurs primaires cherchent la ligne appelante et l'un d'eux s'arrête sur cette ligne. Les chercheurs secondaires cherchent les chercheurs primaires et s'arrêtent sur le chercheur primaire intéressé. Le combineur choisisseur d'enregistreur cherche un enregistreur libre, le trouve et l'opératrice est avertie par tonalité ; finalement le poste d'opératrice est relié à la ligne appelante.

B. — L'opératrice reçoit la demande de l'abonné appelant et appuie sur ses clés pour sonner l'abonné appelé.

L'opératrice appuie successivement sur les clés des mille, des centaines, des dizaines et des unités pour former le numéro de

Digitized by Google

l'abonné appelé ; la lampe de sonnerie scintille, les clés restent

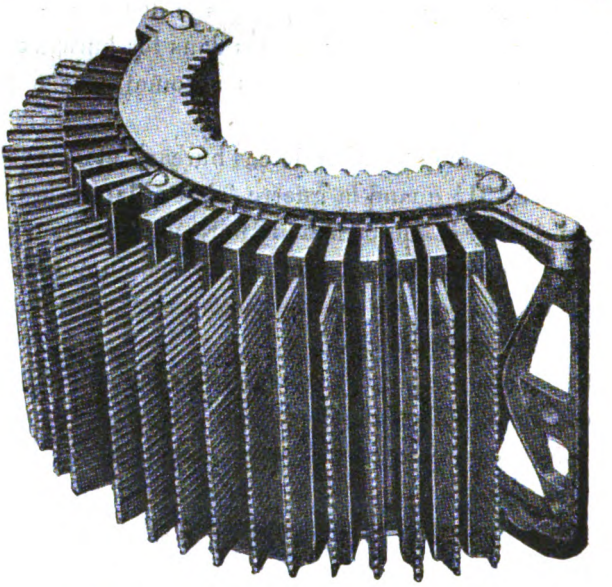


Fig. 2. — Chercheur de lignes (Partie fixe).

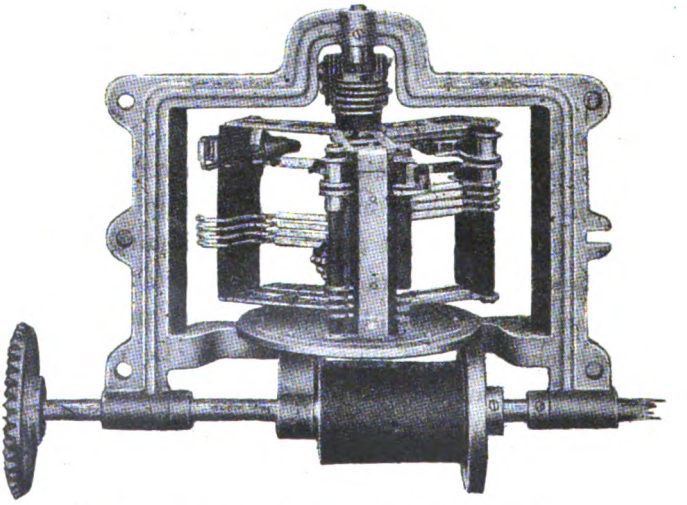


Fig. 3. — Chercheur de lignes (Partie tournante).

enclanchées tant que les enregistreurs ne se sont pas arrêtés sur les positions correspondant aux chiffres de ce numéro ; les enre-

Digitized by Google

gistreurs tournent et s'arrêtent, les clés du clavier sont dégagées et la lampe d'avancement des centaines s'allume. Le choisisseur de balais est actionné et commence à tourner; le choisisseur de balais s'arrête sur le groupe de centaines choisi et la lampe des centaines s'éteint; la lampe d'avancement des dizaines s'allume; le chariot à balais se met à tourner et s'arrête sur les broches de la ligne auxiliaire allant au sélecteur de lignes libre; le choisisseur de balais recommence à tourner, s'arrête sur les dizaines choisies, la lampe des dizaines s'éteint et la lampe d'avancement des unités s'allume; le chariot à balais se remet à tourner, l'électro-aimant d'embrayage du sélecteur final arrête celui-ci sur l'unité convenable et la lampe des unités s'éteint; l'enregistreur est déconnecté.

Si la ligne demandée est libre, la lampe de sonnerie s'éteint, l'appel a lieu et la lampe de contrôle d'appel s'allume.

C. — L'abonné appelé répond en décrochant son récepteur; la conversation a lieu.

D. — Les abonnés raccrochent leurs récepteurs; les lampes de supervision s'allument.

E. — L'opératrice rompt la connexion en appuyant sur sa clé de rupture. Le compteur de conversation est actionné. Les divers sélecteurs retournent au repos.

La planche II (détails du fonctionnement du schéma de la planche I) permet également de suivre le fonctionnement du système dans les opérations énumérées aux paragraphes A, C, D et E.

F. — L'abonné appelé au paragraphe B est occupé: le signal d'occupation est transmis à l'abonné appelant.

L'opératrice coupe la communication en appuyant sur la clé de rupture, mais le compteur de conversation n'est pas actionné (paragraphe G).

H. — L'abonné appelé au paragraphe B ne répond pas: l'opératrice en informe l'abonné appelant qui raccroche son récepteur.

Le paragraphe I est consacré à des détails de réalisation des chercheurs et des sélecteurs et de montage des positions d'opératrices.

Digitized by Google

Le paragraphe J traite du blocage des sélecteurs devenus défectueux. Les abonnés de ces sélecteurs sont transportés sur un autre et le sélecteur défectueux maintenu dans la position défectueuse pour faciliter la recherche du dérangement.

Le paragraphe K explique la possibilité de l'entr'aide entre les opératrices.

L. — L'abonné demande le service des renseignements, la table d'essai ou bien une annotatrice.

Des clés spéciales permettent d'établir ces connexions sans que le compteur de l'abonné fonctionne.

Les incidents pouvant donner lieu à des ruptures prématurées de conversations sont examinés au paragraphe M.

Enfin les circuits de la table de surveillante sont décrits dans un chapitre spécial et ceux de la table d'essai font l'objet de la dernière partie de cet article.

LISTE DES ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LE TEXTE

Équipement d'une ligne d'abonnés.

1. Relais de ligne LR.
2. Relais de coupure COR.
3. Compteur de conversation SM.
4. Relais de démarrage CR (commun à 60 lignes d'abonnés).
5. Relais de démarrage SCR (commun à 6 chercheurs primaires).

Chercheur de lignes primaires.

1. Balais du chercheur primaire ABCD.
2. Électro-aimant d'embrayage du chercheur primaire P.
3. Électro-aimant de blocage du chercheur primaire H.
4. Interrupteur du chercheur primaire INT.
5. Électro-aimant du combineur R.
6. Ressorts du combineur A à M.
7. Relais d'essai LT_1C et LT_2R.

Sélecteur de lignes ou final.

1. Balais du sélecteur final ABC.
2. Électro-aimant d'embrayage du sélecteur final P_1.

Digitized by Google

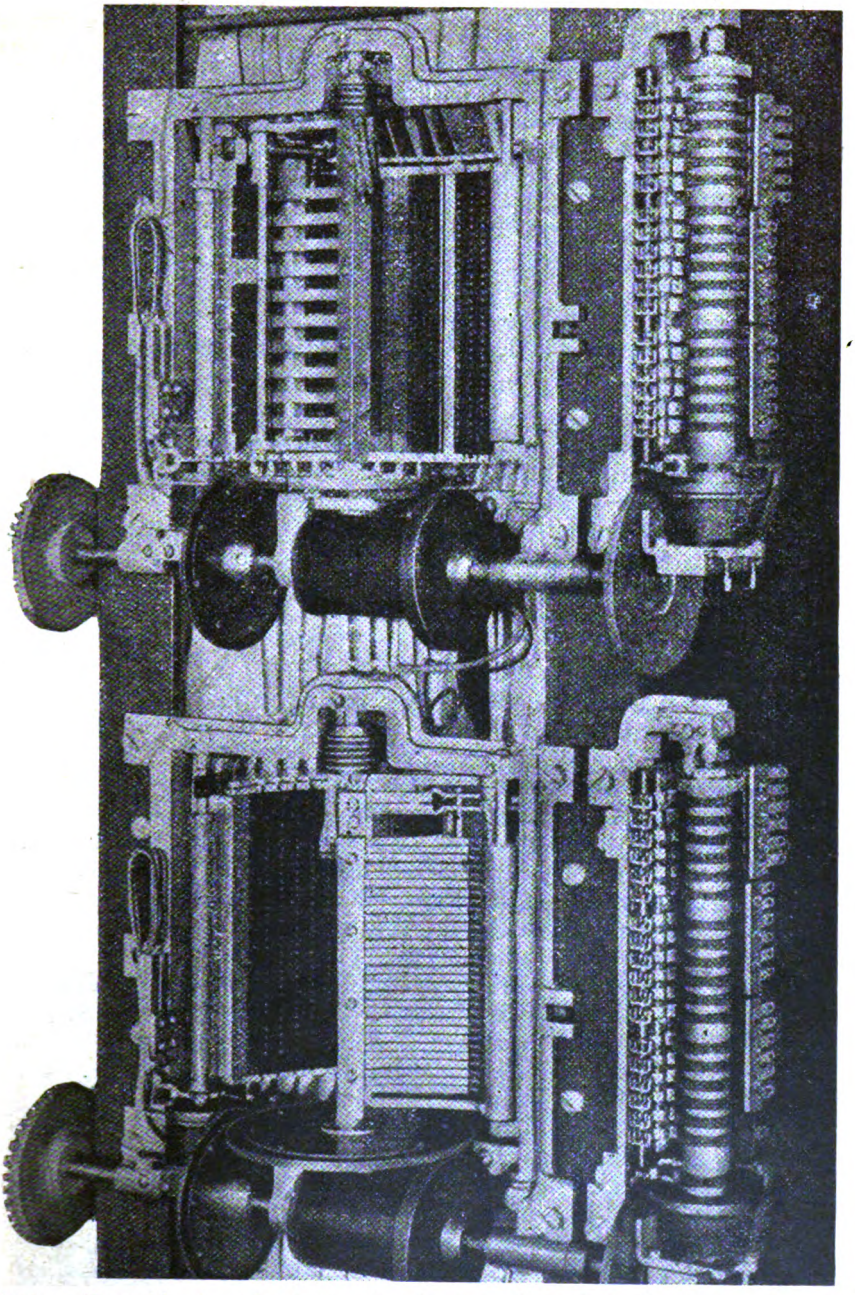


Fig. 4. — Ensemble du mécanisme automécanique d'une baie du commutateur semi-automatique d'Angers.

Digitized by Google

3. Électro-aimant de blocage du sélecteur final H.
4. Interrupteur du sélecteur final INT.$_1$.
5. Électro-aimant du choisisseur de balais P_2.
6. Interrupteur du choisisseur de balais INT.$_2$.
7. Électro-aimant du combineur R.
8. Ressorts du combineur A à Q.
9. Relais d'essai FT_1R et FT_2R.
10. Relais de rupture QR.
11. Relais de sonnerie RGR.
12. Relais de ligne du sélecteur final FLR.
13. Relais à mouvement lent SAR (employé dans le circuit S.-E. 1162).

Circuit de connexion.

1. Balais du chercheur secondaire EFGH.
2. Électro-aimant d'embrayage du chercheur secondaire PF.
3. Électro-aimant de blocage du chercheur secondaire HF.
4. Interrupteur du chercheur secondaire F.INT.
5. Électro-aimant du combineur du chercheur secondaire RI.
6. Ressorts du combineur du chercheur secondaire A à M.
7. Relais de supervision S_1R et S_2R.
8. Lampes de supervision S_1L et S_2L.
9. Lampe d'appel CL.
10. Lampe de sonnerie RL.
11. Interrupteurs d'éclairement des lampes FL_1 et FL_2.
12. Clé d'écoute LK.
13. Clé de rupture RK.
14. Bobine d'induction d'occupation CI.
15. Balais du sélecteur de groupes primaire K.IJ
16. Électro-aimant d'embrayage du sélecteur de groupes primaire PG.
17. Électro-aimant de blocage du sélecteur de groupes primaire HG.
18. Interrupteur du sélecteur de groupes primaire G.INT.
19. Électro-aimant du choisisseur de balais P_2.
20. Interrupteur du choisisseur de balais INT.$_2$.
21. Électro-aimant du combineur du sélecteur de groupes primaire R_2.
22. Ressorts du combineur du sélecteur de groupes primaire A à S.
23. Relais d'essais GT_1R et GT_2R.
24. Relais de ligne du sélecteur de groupes primaire GLR.
25. Relais de rupture RR.
26. Relais de blocage HOR.
27. Relais de rupture du circuit du compteur MHR.
28. Relais de garde GR (1 par groupe de chercheurs secondaires).
29. Lampe de blocage HOL.
30. Lampe de garde GL (1 par groupe de chercheurs secondaires).
31. Électro-aimant du combineur choisisseur d'enregistreur R_3 (associés avec R_1 et R_2).
32. Ressorts du combineur A à S.

Circuit du poste d'opératrice.

1. Électro du combineur distributeur d'enregistreurs RII.

Digitized by Google

2. Ressorts du combineur A à S.
3. Relais commun de rupture CRR.
4. Relais commun d'avertissement CTR.
5. Relais de rupture d'écoute LOR_1, LOR_2, LOR_3.
6. Lampe pilote commune HL.
7. Jack d'opératrice avec contacts locaux TJ.
8. Appareils de transmission usuels (transmetteur, récepteur, bobine de self, condensateurs, bobine d'induction).
9. Bobine d'induction d'avertissement CT.
10. Clé de blocage commune CHOK (commune à chaque position).
11. Clé de rupture CRK (commune à chaque position).
12. Clé commune de rupture du circuit du compteur CMHR (commune à chaque position).
13. Clés d'entr'aide communes N_1CK et N_2CK (communes à chaque position).
14. Relais de relâchement PVR commun à chaque position.

Enregistreur A.

1. Électro du combineur de l'enregistreur RHA (RN_1A pour la position de gauche et RN_2A pour celle de droite).
2. Relais de démarrage HAR (N_1AR pour la position de gauche et et N_2AR pour celle de droite).
3. 2 Relais d'entr'aide AR (A_1R pour la position de gauche et A_2R pour celle de droite).
4. Relais d'enregistreur HA_1R.
5. Relais spécial utilisé pour appels vers les annotatrices TRAR.
6. Relais de rupture du circuit du compteur MHAR.
7. Relais de sélection SR.
8. Relais commun de contrôle MR.
9. 4 Relais de coupure des enregistreurs NR.
10. 4 Électros de combineur enregistreur des numéros R. 1000, R. 100, R. 10, R. U.
11. 4 jeux de ressorts des combineurs enregistreurs des numéros A à O, A à M, A à M, A à K et A à P, respectivement.
12. Une série de paires de relais compteurs :
    1 SCR 200 ohms numéro 0.
    19 SCR 600 ohms numéros 1 à 19.
    1 TCR 400 ohms numéro 0.
    20 TCR 800 ohms numéros 1 à 19.
13. Lampes indicatrices de l'avancement des connexions 100, 10 et U.

Enregistreur B.

1. Électro du combineur de l'enregistreur RHB (RN_1B pour la position de gauche et RN_2B pour celle de droite).
2. Relais de mise en marche HBR (N_1BR pour la position de gauche et N_2BR pour celle de droite)
3. Relais d'enregistreur HB_1R.

Digitized by Google

4. 2 Relais d'entr'aide HBR (N_1BR pour la position de gauche et N_2BR pour celle de droite).
5. Relais spécial utilisé pour les appels vers les annotatrices TRAR.
6. Relais de rupture du circuit du compteur MHAR.
7. Même équipement montré de 7 à 13 pour l'enregistreur A.

Circuit du keyboard (commun aux enregistreurs A et B).

1. 4 clés numérotées à enclanchement magnétique de chacune 10 boutons 1.000.S., 100.S., 10. S., U.S.
2. Relais de contrôle des clés KTR.
3. Relais d'appels spéciaux CMHR, RCR, CTRR, ERR et IRR pour appeler la table d'information et la table d'essais.
4. Clé de dégagement des numéros WOK.

Digitized by Google

FONCTIONNEMENT

A. — L'ABONNÉ DÉCROCHE SON RÉCEPTEUR

1) Les deux fils de ligne A et B étant reliés au poste d'abonné, le courant de la batterie de 24 volts passe à travers les deux enroulements de 1.000 ohms du relais de ligne LR et par les deux contacts de repos du relais de coupure COR. L'armature du relais LR est attirée, ce qui a pour effet de fermer le circuit de la batterie de 48 volts au travers des deux relais de démarrage CR et des deux résistances de 200 et 600 ohms en série à la terre.

Les relais CR, en attirant leurs armatures, ferment le circuit du relais SCR, lequel à son tour ferme le circuit des électros d'embrayage des chercheurs primaires P à travers le contact inférieur de G, le contact de repos du relais de test LT_2R, le contact supérieur de B, le point commun où se concentrent les chercheurs primaires correspondants au groupe d'abonnés dont fait partie la ligne appelante, les deux contacts en parallèle du relais SCR et la terre. Tous les chercheurs primaires du groupe se mettent à tourner à la recherche de la ligne appelante. Un de ces chercheurs primaires rencontre la ligne le premier et met en contact entre ses quatre balais avec les broches ABCD de cette ligne. A ce moment, le courant qui passe par les relais CR se bifurque par la broche D, le balais correspondant, le ressort C du combineur, l'enroulement de 800 ohms du relais de test LT_1R, le ressort L et la terre. Le relais de test LT_1R attire son armature de sorte que le courant s'établit à travers l'enroulement de

Digitized by Google

12 ohms de ce relais et l'enroulement de 20 ohms du relais de test LT_2R et de là par le contact inférieur de D et la terre.

Il est essentiel de remarquer que le relais LT_2R n'opère que si les balais du chercheur sont bien en face des broches de la ligne appelante ; s'il en était autrement, l'interrupteur du chercheur primaire INT l'en empêcherait en le mettant en court-circuit à la terre par le contact supérieur de M. Le shunt formé par les deux enroulements de 12 ohms et de 20 ohms des deux relais de test a pour but de rendre la ligne appelante « occupée » pour tous les autres chercheurs de ligne, les relais LT_1R étant réglés de façon qu'ils n'attirent pas leurs armatures lorsqu'ils sont ainsi shuntés. Pour rendre impossible une double connexion les relais LT_1R sont réglés de telle sorte que si, par hasard, deux d'entr'eux opéraient en même temps leurs armatures retomberaient, ce qui aurait pour effet de laisser tourner les deux chercheurs primaires correspondants tandis que, vraisemblablement, un autre chercheur du même groupe s'arrêterait sur la ligne appelante.

Le fonctionnement du relais LT_2R a pour effet de rompre le courant de l'électro d'embrayage P et de fermer le circuit de l'électro de blocage H comme suit : batterie de 48 volts, contact inférieur du ressort H, enroulement de l'électro de blocage H, contact inférieur du ressort F, contact de travail du relais LT_2R, contact supérieur du ressort B et la terre au relais de démarrage SCR. L'électro de blocage agit et arrête les balais du chercheur sur les broches de la ligne appelante. Le relais LT_2R ferme aussi le circuit de l'électro du combineur R en parallèle avec l'électro de blocage H ; *le combineur passe à la position 3* où il attend un chercheur secondaire. En passant par la position 2, le combineur ferme le circuit de la batterie de 48 volts à travers le relais de coupure COR, la broche et le balai G, le contact supérieur de I, les enroulements de 45 ohms et de 12 ohms de LT_1R, l'enroulement de 20 ohms de LT_2R, le contact inférieur de D et la terre. Le relais de coupure COR fonctionne, le relais de ligne LR n'est plus attiré ; les relais de démarrage CR reviennent au repos. Les armatures des relais CR en retombant ouvrent le cir-

Digitized by Google

cuit du relais SCR ; celui-ci interrompt les autres chercheurs primaires qui y sont reliés et qui s'étaient mis à tourner à la recherche de la ligne appelante. Le courant passant par le relais de coupure maintient attirés les deux relais de test LT_1R et LT_2R après l'ouverture du circuit des relais CR.

Le compteur de conversation qui est en parallèle avec le relais de coupure ne fonctionne pas, car il est réglé pour qu'il ne puisse opérer qu'avec un voltage double de la batterie.

Il convient de remarquer que les relais de démarrage CR et SCR sont prêts à fonctionner de nouveau dès qu'un relais de ligne d'une des lignes du groupe est actionné, ils actionneront d'autres électros d'embrayage P des chercheurs primaires dont les combineurs R sont dans la position 1. De plus on peut noter que le chercheur primaire qui rencontre le premier la ligne appelante s'arrête et arrête les autres chercheurs dans des positions quelconques jusqu'à ce qu'ils soient de nouveau mis en marche par l'action des relais de démarrage comme il a été expliqué.

2) Quand le combineur R est dans la position 3 le circuit de la batterie de 48 volts se trouve fermé au travers des enroulements des relais de ligne d'un groupe de sélecteurs de groupe primaires GLR, par le contact inférieur de N (combineur R.2.) ; le relais de garde GR, le contact supérieur du ressort F du combineur du chercheur primaire, le contact de travail du relais de test LT_2R, le contact inférieur de B et la terre, pourvu qu'il y ait au moins un chercheur secondaire de libre ; si ces derniers sont tous occupés, les combineurs des sélecteurs primaires R.2. n'étant plus dans la position 1, comme on le verra plus loin, il n'y aura aucun courant venant des contacts inférieurs des ressorts N ; par conséquent le relais GR ne sera pas actionné. La lampe de garde GL s'allumera alors indiquant que tous les chercheurs secondaires sont occupés, tandis que s'il y a un ou plusieurs chercheurs secondaires libres, le relais de garde GR est actionné et la lampe de garde GL ne s'allume pas.

Chaque relais GLR en opérant ferme le courant de la batterie au travers de l'électro d'embrayage du chercheur secondaire PF correspondant, le contact supérieur de C, le contact de repos du

Digitized by Google

relais de test GT_2R, le contact de travail du relais GLR et la terre. Les électros d'embrayage des chercheurs secondaires libres d'un groupe de chercheurs secondaires fonctionnent et ces chercheurs tournent à la recherche du chercheur primaire qui se trouve déjà relié à la ligne de l'abonné appelant.

Quand le chercheur primaire est trouvé par l'un des chercheurs secondaires, le circuit de la batterie se ferme par le contact supérieur du ressort H du combineur du chercheur primaire, la résistance de 200 ohms, la broche et le balai H du chercheur secondaire, le contact supérieur du ressort F du sélecteur primaire, l'enroulement de 800 ohms du relais de test GT_1R, le contact inférieur du ressort G, le contact de repos du relais de blocage HOR et la terre d'un des contacts de repos du relais de rupture RR.

Le relais GT_1R attire son armature qui ferme le circuit de la batterie à travers la résistance de 7 ohms, l'enroulement de 15 ohms du relais de test GT_2R et la terre au contact supérieur du ressort S.

L'interrupteur F.INT. shunte le courant à la terre et empêche le relais GT_2R de fonctionner jusqu'à ce que les balais soient exactement en face des broches.

L'attraction de l'armature du relais GT_2R a pour effet d'interrompre le courant qui passait par l'électro d'embrayage PF et en même temps de fermer le circuit de la batterie à travers l'électro de blocage HF par le contact supérieur de D, et à travers l'électro d'embrayage du combineur du sélecteur primaire R.2., par le contact inférieur de E, le contact de travail du relais GT_2R, le contact de travail du relais GLR et la terre. L'électro de blocage arrête le chercheur secondaire sur les broches du chercheur primaire, tandis que *le combineur du sélecteur de groupes primaire R.2. passe à la position 4.* Dans la position 4 du combineur R.2., la lampe d'appel CL s'allume, dans le circuit formé par le contact inférieur de I de R.2. et la terre du relais RR; elle indique à l'opératrice qu'un appel a eu lieu.

La lampe pilote HL est allumée dans le circuit formé par la batterie de 48 volts, la résistance de 120 ohms, le relais de sonnerie NA, le contact J de R.2. et la terre en D de RH.

Digitized by Google

3) Quand R.2. quitte la position 1, il ouvre le circuit des relais GLR et GR au contact inférieur de N ; l'armature du relais de garde GR retombe, mais le relais GLR reste attiré par le contact supérieur de B (sélecteur primaire), le contact inférieur de M (chercheur secondaire), la lampe de supervision S_2L et la batterie de 24 volts. La résistance de ce circuit ne permet pas à la lampe S_2L de s'allumer.

Le combineur R.2. en passant par la position 2 1/2, où se produit le contact du ressort supérieur de I (sélecteur primaire), ferme le circuit de la batterie de 48 volts à travers l'électro d'embrayage du combineur du chercheur secondaire R.1., le contact inférieur du ressort J (chercheur secondaire), le contact supérieur de I (sélecteur primaire) et la terre du relais RR.

Le combineur du chercheur secondaire R.1. passe à la position 3. — Dans cette position le courant de la batterie de 24 volts passe par les contacts supérieurs des ressorts F et D sur la ligne de l'abonné appelant et le relais de supervision S_2R fonctionne.

Quand le combineur R.1. atteint la position 2 un courant passe dans l'enroulement de 7 ohms du relais LT_2R de la façon suivante : batterie de 48 volts, relais de coupure COR, broche et balai C du chercheur primaire, contact supérieur de I, enroulements de 45 et de 12 ohms du relais LT_1R, enroulement de 7 ohms du relais LT_2R_1, broche et balai G du chercheur secondaire, contact supérieur du ressort C (chercheur secondaire), contact de repos du relais HOR et contact de repos et terre du relais RR. Ce courant a pour effet de neutraliser l'effet du courant passant dans l'enroulement de 20 ohms du relais LT_2R_1 car l'enroulement de 7 ohms est enroulé différentiellement par rapport à lui. L'armature du relais LT_2R en retombant ferme le circuit de la batterie de 48 volts à travers R, le contact supérieur du ressort G, le contact de repos du relais LT_2R, le contact inférieur du ressort B et la terre.

Le combineur du chercheur primaire R passe à la position 4. — Le circuit du relais LT_1R est ouvert au contact supérieur de I et le courant qui passait à travers le relais de coupure trouve un nouveau chemin à travers le contact supérieur de D, l'enroule-

Digitized by Google

ment de 20 ohms de LT_2R, le contact inférieur de E, l'enroulement de 7 ohms de LT_2R, la broche et le balai G du chercheur secondaire, etc..... comme il a été expliqué plus haut. L'armature du relais L_2TR est attirée à nouveau, ce qui ouvre le circuit de R. *Le combineur du chercheur primaire R s'arrête à la position 4 et y reste jusqu'à ce que l'opératrice rompe la communication.*

Lorsque R dépasse la position 3, il ouvre le circuit de tous les relais GR et GLR de tous les autres chercheurs secondaires qui s'étaient mis à tourner à la recherche du chercheur primaire. Les armatures de ces relais retombent, les circuits des électros d'embrayage PF sont ouverts au contact des relais GLR et tous les chercheurs secondaires s'arrêtent.

D'après la description précédente on pourrait croire qu'il s'écoule un intervalle de temps considérable entre le moment où les chercheurs secondaires commencent à tourner et le moment où les chercheurs secondaires s'arrêtent ; en réalité, les opérations précédentes se font en 1/10 de seconde environ.

4) Quand R.2. dépasse la position 3, il ouvre le circuit du relais GT_1R dont l'armature retombe. Le courant de la batterie de 48 volts passe par l'électro d'embrayage du combineur choisisseur d'enregistreur R.3., le contact inférieur de L, le contact de repos de GT_2R, le contact de travail de GLR et la terre. Ce combineur se met à tourner à la recherche d'un enregistreur libre. Si les deux enregistreurs de la position d'opératrice principale sont occupés et si aucune des clés d'entr'aide n'est en usage, le combineur continue à tourner.

Supposons que l'enregistreur A soit libre. Un circuit part de la batterie par le contact S de RH, le contact de repos du relais LOR_3, le contact F de l'enregistreur B, le relais HA_1R, le contact E de l'enregistreur A, les enroulements de 380 ohms du relais HAR, le contact inférieur de E de R_3, le contact inférieur de F de R_2, l'enroulement de 800 ohms de GT_1R, et le contact inférieur de B de R_3 dans la position 1/2. Les relais HA_1R_1, HAR et GT_1R sont actionnés. Le contact de travail de droite du relais HAR donne la terre au travers du contact inférieur de

Digitized by Google

C au relais d'embrayage du combineur de l'enregistreur RHA, lequel passe à la position 6, à la condition que KTR ne soit pas relié à l'enregistreur B. S'il en était autrement, le combineur RHA s'arrêterait à la position 5 jusqu'au moment où l'armature du relais KTR, en retombant, mettrait à la terre, à travers le contact supérieur de M, l'enroulement de RHA, qui passerait à la position 6. *Le combineur d'enregistreur RHA reste à la position 6 jusqu'au moment où l'opératrice enfonce les clés.*

HA_1R ferme son contact de travail et relie la batterie directement à son enroulement, de sorte que si l'opératrice appuyait sur sa clé d'écoute et opérait LOR_1 avant que HAR ait fermé son contact de travail de gauche, HAR resterait attiré et pourrait laisser passer l'appel.

RHA en passant par les positions 2 à 4 ferme le circuit de la batterie par le contact supérieur de N au travers du relais CTR, qui ferme ses contacts et envoie un courant vibré dans le récepteur de l'opératrice, ainsi avertie de l'arrivée d'un appel.

L'armature du relais GT_1R ferme un circuit dérivé au travers de son enroulement de 15 ohms, son contact de travail, la résistance de 7 ohms, l'enroulement de GT_2R et le contact supérieur S de R.2. à la terre. Le relais GT_1R est actionné et rompt le circuit de R.3. à son contact de repos, ce qui a pour effet d'arrêter R.3. dans la position 1 pour l'enregistreur de la position principale. D'autre part, un circuit est fermé au travers de R.2. à travers le contact inférieur de E, le contact de travail de GT_2R et la terre du relais GLR. *Le combineur du sélecteur primaire R.2. passe à la position 6.*

R.2. étant à la position 6, le circuit du relais GT_1R est ouvert en F. Son armature retombe et ouvre le circuit de GT_2R dont l'armature retombe. HAR reste attiré parce qu'il retrouve la terre au travers du contact supérieur de G de R.2. et les contacts de repos des relais HOR et RR.

Le circuit du relais GLR est de nouveau ouvert au ressort B de R.2.

Le circuit de R.1. est fermé à travers le contact inférieur de J. de R.1. et le contact supérieur de I de R.2. à la terre du

Digitized by Google

relais RR. *Le combineur du chercheur secondaire R.1. passe en position 4.*

La lampe d'appel CL est alors reliée à l'interrupteur d'éclairement FL_1 par le contact inférieur du ressort L ; elle se met à scintiller, ce qui indique à l'opératrice la paire de cordons à laquelle son poste se trouve relié.

Le poste d'opératrice se trouve aussi relié à la ligne appelante à travers les contacts de repos des relais CTR et LOR_1, les contacts inférieurs de Q et S de R.3. et les contacts inférieurs de D et F de R.1., de sorte que l'opératrice peut recevoir de l'abonné appelant l'indication du numéro de l'abonné demandé.

Les positions des combineurs sont les suivantes :

R	R.1.	R.2.	R.3.	RHA	R final
4	4	6	1	6	1

B. — L'OPÉRATRICE APPUIE SUR SES CLÉS

1) Pour avoir une idée plus nette du fonctionnement, supposons que le numéro de l'abonné appelé soit 1875. L'opératrice appuie sur les clés en commençant par celle de la rangée de gauche et dans l'ordre : 1, 8, 7, 5.

Ces clés restent enclanchées par leurs électro-aimants correspondants qui sont reliés à la batterie de 48 volts par le contact N du combineur de l'enregistreur RHA.

Une clé de dégagement WOK est prévue dans ce circuit, de sorte que si l'opératrice se trompe de clés elle peut les faire remonter et recommencer pourvu que les 4 clés n'aient pas été enfoncées.

Quand les clés sont enfoncées le circuit de la batterie est fermé à travers le relais de contrôle des clés KTR, le contact 1 des clés des milliers 1000 K, le contact 8 des clés des centaines 100 K, le contact 7 des clés des dizaines 10 K, le contact 5 des clés des unités U K, et la terre.

Digitized by Google

Le relais KTR attire son armature, ce qui a pour effet de faire tourner RHA *jusqu'à la position 8*, par le circuit comprenant le contact supérieur de B, le contact de travail de KTR et la terre.

RHA en passant par la position 7 relie la terre au combineur R_1 dans le circuit R_1, contact supérieur de I de R_1, contact inférieur N de R_3 et contact supérieur L de RHA.

R.1. passe à la position 6, ce qui déconnecte le poste d'opératrice à ses contacts D et F et relie la lampe de sonnerie RL à l'interrupteur d'éclairement FL_1 par le contact supérieur de L ; cette lampe scintille.

En même temps un circuit est fermé à travers le relais de con-MR, les enregistreurs R.1000, R.100, R.10, R.U., les contacts de repos des relais de coupure des enregistreurs NR, le contact inférieur de I et les contacts des 4 clés 1, 8, 7, 5, en série et la terre. Le relais MR attire son armature, ce qui empêche RHA d'aller plus loin que la position 8. Les enregistreurs R.1 000, etc..., qui sont dans une position quelconque, se mettent à tourner. Aussitôt qu'ils arrivent respectivement aux positions 1, 8, 7, 5, ils ferment un circuit à travers chaque relais de coupure NR, les ressorts 1, 8, 7, 5, des contacts des enregistreurs et des clés et la terre. Les relais NR sont actionnés de sorte que les enregistreurs s'arrêtent respectivement aux positions 1, 8, 7, 5. L'armature du relais MR retombe et donne la terre à RHA, à travers le contact inférieur de M.

RHA passe à la position 12. Le contact inférieur R de RHA étant fermé, la lampe 100 des centaines, indicatrice de l'avancement des connexions, s'allume. Les clés du clavier sont dégagées car leur circuit est ouvert au contact N, de sorte qu'elles peuvent resservir pour l'enregistreur B. Le relèvement des clés ouvre le circuit des relais KTR et NR dont les armatures retombent. Dans cette position l'enregistreur A est prêt à compter les impulsions.

2) Avant de décrire le fonctionnement du circuit du comptage des impulsions, il est nécessaire de montrer comment les sélecteurs de groupes primaires sont reliés aux sélecteurs de lignes.

Chaque rangée horizontale d'un sélecteur de groupes primaire

Digitized by Google

correspond à un certain groupe de 200 lignes reliées au groupe des sélecteurs de lignes, comme il est montré plus loin.

Comme il y a 10 rangées horizontales sur le sélecteur de groupes primaire il y a donc 10 groupes de sélecteurs de lignes à 200 lignes, ce qui fait une capacité de 2000 lignes. Il y a 22 broches dans chaque rangée horizontale d'un sélecteur de groupes primaire, chacune reliée à un sélecteur de lignes du même groupe, de sorte qu'il peut y avoir au maximum 22 sélecteurs de lignes multiplés ensemble dans un groupe.

La correspondance d'un sélecteur de groupes primaire avec un sélecteur de lignes et l'arrangement des lignes dans un sélecteur de lignes sont montrés dans la table suivante où la numérotation du sélecteur de lignes correspond au 10e groupe de ces sélecteurs, c'est-à-dire de 1800 à 1999.

Sélecteur primaire.	Sélecteurs de lignes.	Lignes.	Rangées.	Centaines paires.	Centaines impaires.
—	—	—	—	—	—
1re rangée	1er gr.	0 — 199	1	1 800...1 809	1 900...1 909
3e —	2e —	200 — 399	2	1 810...1 819	1 910...1 919
5e —	3e —	400 — 599	3	1 820...1 829	1 920...1 929
7e —	4e —	600 — 799	4	1 830...1 839	1 930...1 939
9e —	5e —	800 — 999	5	1 840...1 849	1 940...1 949
2e —	6e —	1 000 — 1 199	6	1 850...1 859	1 950...1 959
4e —	7e —	1 200 — 1 399	7	1 860...1 869	1 960...1 969
6e —	8e —	1 400 — 1 599	8	1 870...1 879	1 970...1 979
8e —	9e —	1 600 — 1 799	9	1 880...1 889	1 980...1 989
0e —	10e —	1 800 — 1 999	10	1 890...1 899	1 990...1 999

On peut voir d'après la table précédente qu'en choisissant une rangée d'un sélecteur de groupes primaire on se trouve en présence des centaines sans qu'une sélection des milliers soit nécessaire. Chaque sélecteur de lignes est divisé en centaines paires et impaires de sorte que, si le nombre choisi appartient à une centaine paire, un certain nombre d'impulsions seront envoyées correspondant au numéro de la centaine indiquée sur le clavier ; si le nombre appartient à une centaine impaire, la connexion de l'enregistreur aux relais de comptage est telle que 10 impulsions sont comptées en plus que s'il s'agissait d'une centaine paire. La traduction se trouve ainsi effectuée sur le sélecteur de lignes.

Digitized by Google

Pour relier une ligne appelante au numéro 1875 par exemple, il n'y aura que trois sélections :

1° 10e rangée horizontale du sélecteur de groupe primaire correspondant au 10e groupe de sélecteurs de lignes. Ceci revient à compter les centaines.

2° 8e rangée horizontale du sélecteur de lignes d'un sélecteur de lignes du 10e groupe. Ceci revient à compter les dizaines.

3° 6e broche de la centaine paire du sélecteur de lignes. Ceci revient à compter les unités.

Si la ligne appelée était 1975, la troisième sélection se ferait dans la centaine impaire, c'est-à-dire à la 16e broche de la 8e rangée.

3) En se reportant à nouveau au circuit, R.2. étant à la position 6 et RHA à la position 12, le circuit fondamental de transmission des impulsions est établi de la façon suivante : batterie de 48 volts, relais de ligne du sélecteur de groupes primaire GLR, contact inférieur de B de R.2., contact inférieur de H de R.3., relais de sélection SR, contact de repos du relais compteur TCR — O de 400 ohms, contact inférieur de D de RHA, terre. Les deux relais GLR et SR sont actionnés.

L'attraction de l'armature de SR relie le circuit de comptage à la terre par son contact de travail, le contact inférieur G de RHA, le contact 8 de G (R.100), le contact 1 de K (R.1 000), le contact de repos de TCR — 9, l'enroulement de SCR — et la batterie. Le relais SCR — 9 est le 10e relais correspondant à la 10e rangée horizontale du sélecteur de groupes primaire. L'attraction de l'armature du relais SCR ferme le circuit de la batterie à travers SCR — 9, TCR — 9, le contact de travail de SCR — 9 et le contact J et K de RHA. Le relais TCR — 9 n'est pas attiré car il est mis en court-circuit par la terre reliée au circuit de comptage, comme il a été expliqué précédemment au contact de SR. Il n'opérera que lorsque SR reviendra au repos.

L'attraction de l'armature de GLR ferme le circuit de la batterie à travers R.2., le contact inférieur de D de R.2., le contact de repos de GT_2R, le contact de travail de GLR et la terre.

Digitized by Google

R.2. passe à la position 7. Dans cette position l'électro du choisisseur de balais P.2. est actionné par le courant passant par le contact inférieur de O et le contact de travail de GLR. Le choisisseur de balais commence à tourner. A chaque pas l'interrupteur INT.2. relie le circuit fondamental à la terre par le contact supérieur de N de R.2. La mise à la terre de ce circuit met en court-circuit le relais SR qui revient au repos; le relais TCR — 9 est actionné et attire son armature. Ceci transfère la terre de SR, lorsque ce relais est de nouveau attiré, par le contact de travail de TCR — 9 au contact du repos de relais TCR — 8, et à l'enroulement de SCR — 8, qui attire son armature. Cette opération ferme le circuit de la batterie à travers TCR — 8 comme dans le cas de TCR — 9 expliqué précédemment, ce relais opérera lorsque le relais SR sera à nouveau mis en court-circuit par la deuxième mise à la terre de l'interrupteur INT.2. au 2e pas. De cette façon, à chaque mise en court-circuit de SR, une paire de relais compteurs se trouve éliminée et par conséquent lorsque 10 pas sont comptés par l'INT.2., 10 impulsions sont envoyées et 10 paires de relais compteurs éliminées.

Quand les derniers relais TCR — 0 (400 et 800 ohms) sont actionnés par la dernière mise à la terre de l'INT.2., le circuit fondamental se trouve ouvert au contact de repos du relais TCR — 0 de 400 ohms, de sorte que les relais SR et GLR reviennent au repos. Ce dernier occupe le courant dans P.2. qui s'arrête après avoir, par conséquent, placé le choisisseur de balais à la 10e rangée. En retombant, l'armature de GLR ferme le circuit de la batterie à travers R.2., le contact supérieur de E et la terre.

R.2. passe à la position 8. Le relais TCR — 0 de 800 ohms met RHA à la terre par l'intermédiaire de son contact de travail et du contact inférieur de B de RHA. *RHA passe à la position 11.* La lampe 10, indicatrice des dizaines, s'allume par le contact supérieur de S de RHA. L'enregistreur A est maintenant prêt à compter les dizaines. Lorsque RHA quitte la position 12 il ouvre le circuit de tous les relais de comptage aux contacts J et K de sorte que toutes les armatures de ces relais retombent.

Digitized by Google

R.2. à la position 8 ferme le circuit de la batterie à travers GLR, le contact supérieur de B de R.3., le contact supérieur de L de RHA et la terre.

Un courant passe par l'électro-aimant du sélecteur de groupes primaires PG, le contact inférieur de C de R.2, le contact de repos de GT_2R, le contact de travail de GLR et la terre ; ceci a pour effet de faire tourner le chariot à balais. Lorsque les balais passent devant le choisisseur, les balais de la dixième rangée sont déclanchés.

Le sélecteur en tournant cherche une ligne auxiliaire libre, c'est-à-dire une ligne reliée à un sélecteur de lignes libre dans le dixième groupe. Quand le sélecteur de lignes libre est trouvé, un courant passe de la batterie par le contact de L du sélecteur de lignes, le contact N, l'enroulement de 400/400 ohms de QR, la broche et le balai K, l'enroulement de 800 ohms de GT_1R, le contact inférieur de G de R.2., les contacts de repos de HOR et de RR et la terre. Les relais QR et GT_1R sont actionnés.

L'armature de GT_1R est attirée et le courant passe dans GT_2R. L'attraction de l'armature de ce relais coupe le circuit dans PG, et ferme un circuit à travers HG, par le contact inférieur de H, le contact de travail de GT_2R, le contact de travail de GLR et la terre.

L'électro de blocage HG arrête le chariot à balais sur les broches de la ligne auxiliaire allant au sélecteur de lignes libre.

Un courant dérivé passe également par R.2., le contact inférieur de E, le contact de travail de GT_2R et la terre de GLR, de sorte que *R.2. passe à la position 10* après avoir dépassé la position 9 car le circuit précédent est fermé au contact inférieur de R pour les positions 8 et 9.

4) R.2. à la position 10 ferme le circuit fondamental de la batterie de 48 volts à travers le relais de ligne du sélecteur de lignes FLR, le contact supérieur de H, la broche et balai J, le contact inférieur de P de R.2., le contact inférieur de K de R.3., le contact supérieurde D de RHA, le contact de repos de TCR — 0, le relais SR, le contact inférieur de H de R.3., le contact infé-

Digitized by Google

rieur de Q de R.2., le balai et la broche I, le contact supérieur de I du sélecteur de lignes et la terre.

Le relais SR attire son armature qui donne la terre au relais SCR — 7 par le contact inférieur de H de RHA, le contact M de R.100, le contact inférieur de J de R.10, le contact de repos du relais TCR — 7, le relais SCR — 7 attire son armature.

Le relais SCR — 7 correspond à la huitième rangée du sélecteur de lignes ; il ferme le circuit de la batterie à travers le relais TCR — 7 qui n'opérera que lorsque le relais SR coupera la terre à son armature. Le relais FLR, en attirant son armature, ferme le circuit de la batterie à travers R final, et le contact supérieur de C. *R final passe à la position 2.* Dans cette position l'électro du choisisseur de balais P.2. est relié à la batterie par le contact inférieur de B et la terre de l'armature FLR. Le choisisseur de balais commence à tourner ; à chaque pas l'interrupteur INT.2. relie le circuit fondamental à la terre à travers le contact supérieur de M et par conséquent met en court-circuit le relais SR dont l'armature retombe et élimine une paire de relais compteurs comme il a été expliqué précédemment. Le choisisseur de balais tournera de huit pas et éliminera les huit paires de relais compteurs. Lorsque le dernier relais TCR — 0 de 400 ohms est actionné, il coupe le circuit fondamental, les armatures des relais FLR et SR retombent et P.2. s'arrête de façon à déclancher les balais de la huitième rangée dès que le sélecteur de lignes se mettra à tourner.

Quand l'armature de FLR revient au repos, le courant se rétablit à travers R final par le contact inférieur de C. *R passe à la position 3.*

L'attraction de l'armature du relais TCR — 0 de 800 ohms ferme le courant de la batterie à travers *RHA qui passe à la position 16.* La lampe U des unités s'allume par le contact S de RHA, et indique que l'enregistreur est prêt à compter les unités. Quand RHA quitte la position 14, le circuit de blocage des relais compteurs est ouvert aux contacts J et K de RHA de sorte que tous ces relais reviennent au repos.

5) RHA à la position 16 ferme à nouveau le circuit fonda-

Digitized by Google

mental à travers les relais FLR et SR. SR attire son armature qui donne la terre au circuit des relais compteurs par le contact supérieur de H de RHA, le contact supérieur de J de R.100, le contact 5 de I, le contact de repos de TCR — 5 et le relais SCR — 5. Le sixième relais SCR — 5 qui correspond à la sixième broche de la centaine est attiré.

Si le numéro de l'abonné appelé avait été 1975 au lieu de 1875, il appartiendrait à une centaine impaire et dans ce cas le relais SR aurait donné la terre au contact de repos du relais TCR — 15 et au relais SCR — 15, par les contacts H, 9 de J de R — 100 et 5 de N de RU. Le seizième relais SCR — 15 qui correspond à la seizième broche de la centaine impaire aurait été attiré.

FLR en attirant son armature ferme le circuit de *R final qui passe à la position 4.* Dans cette position le circuit de la batterie se ferme à travers P.1., le contact supérieur de F et la terre de FLR.

Le chariot à balais commence à tourner ; en passant devant le choisisseur de balais, les balais de la huitième rangée sont déclanchés. Le chariot continue à tourner jusqu'à ce que les balais aient atteint les sixièmes broches. Pendant cette rotation, l'interrupteur du sélecteur de lignes INT.1. relie à chaque pas le circuit fondamental à la terre, et élimine ainsi une paire de relais compteurs, comme il a déjà été expliqué. Après les six pas, les six paires de relais sont éliminées.

Quand le dernier relais TCR — 0 de 400 ohms attire son armature, le circuit fondamental est ouvert et les armatures des deux relais SR et FLR reviennent au repos. L'armature du relais FLR en retombant ouvre le circuit de P.1. et ferme un circuit en dérivation sur H et R par le contact inférieur de C. Le relais de blocage H arrête P.1. sur les sixièmes broches ; *R passe à la position 10.*

Quand le relais TCR — 0 de 800 ohms est attiré, il ferme le circuit de *RHA qui passe à la position 1.* L'enregistreur A est de nouveau libre pour recevoir un autre appel.

Quand RHA dépasse la position 17, le circuit du relais GLR est ouvert au ressort L de RHA. GLR en revenant au repos

Digitized by Google

ferme par le contact E le circuit de *R.2 qui passe à la position 12*. Ceci a pour effet de relier la batterie de 24 volts et le translateur par les ressorts P et Q de R.2., les balais I et J, contact supérieur de O et le contact inférieur de I à la résistance de 600 ohms.

Le relais de supervision S_2R qui se trouve dans ce circuit attire son armature ; la terre est ainsi reliée par le contact J à *R.1 qui passe par la position 8 sans s'y arrêter et qui continue sa marche jusqu'à la position 10*, comme il sera expliqué plus loin au paragraphe 6 : « La ligne demandée est libre ».

Quand R du sélecteur de lignes quitte la position 4, l'enroulement de 4 000 ohms du relais QR se trouve placé en série avec les relais GT_1R et GT_2R qui reviennent au repos. QR restera attiré jusqu'au moment où R.2 dépassera la position 12 et ouvrira le circuit au contact inférieur de G de R.2.

C'est dans cette condition que se trouvera le troisième fil pendant la conversation.

Le signal d'occupation est donc réalisé par le fait que le potentiel sur les broches multipliées correspondant à ce troisième fil, est insuffisant pour assurer le fonctionnement d'un autre relais de test GT_1R et par conséquent empêche l'arrêt d'un sélecteur de groupes primaire sur ces broches.

La ligne demandée est libre.

6) Quand le combineur R du sélecteur de lignes passe de la position 4 à la position 10, il passe par la position 7 où la ligne demandée est essayée, c'est-à-e qudire la terre se trouve reliée au balai C en passant par le contact G et l'enroulement de 1 500 ohms de FT_1R.

Si la ligne est libre, le courant de la batterie passant à travers le relais de coupure COR et le relais FT_1R a pour effet d'attirer l'armature de ce dernier relais. Une dérivation du courant traverse son enroulement de 50 ohms par le relais FT_2R et aboutit à la terre par le contact de droite du relais QR. Le relais FT_2R attire son armature ; quand le combineur arrive à la position 10, un courant se ferme dans R par le contact inférieur de E, le contact de travail de FT_2R et la terre du relais FLR. *R passe par la position 11 et s'arrête à la position 12.*

Digitized by Google

A la position 12, le courant d'appel est envoyé à travers le relais RGR, le contact J, le balai et la broche B, la ligne et le poste demandés, avec retour par la broche et le balai A, le contact K et la terre.

Lorsque R dépasse la position 11, le circuit à travers le relais de supervision S_2R se trouve ouvert aux contacts C et I du sélecteur de lignes. Ce relais laisse retomber son armature qui ferme le courant à travers R.1., le contact supérieur de B et la terre du relais S_2R. On voit donc bien que, comme il a été dit précédemment, R.1. ne reste pas à la position 8 et qu'il passe à la position 10. Dans cette position, la lampe de contrôle d'appel RL s'allume à travers le contact K et la terre de S_2R, ce qui indique à l'opératrice que l'appel se fait sur la ligne de l'abonné demandé.

R final étant à la position 11, le courant de la batterie se ferme à travers P.2. par le contact B et la terre de l'interrupteur INT.2. de sorte que le choisisseur de balais P.2. revient à sa position normale.

Les positions des combineurs sont donc les suivantes :

R	R.1	R.2	R final.
4	10	12	12

C. — L'ABONNÉ APPELÉ RÉPOND

Quand l'abonné appelé répond en décrochant son récepteur, le relais RGR attire son armature, ce qui ferme le courant de la batterie à travers R final par le contact supérieur de E. *R final passe à la position 13.* Le contact inférieur de J est ouvert, ce qui fait retomber l'armature de RGR et, les contacts supérieurs de J et K étant fermés, la ligne est parcourue par le courant passant par le translateur et par le relais de supervision S_2R. S_1R attire son armature, ce qui donne la terre à R.1 à travers le contact J. *R.1 passe à la position 15.*

Digitized by Google

L'abonné appelant et l'abonné appelé peuvent communiquer entre eux.

Les positions des combineurs pendant la conversation sont les suivantes :

R	R.1.	R.2.	R final.
4	15	12	13

D. — LES ABONNÉS RACCROCHENT LEURS RÉCEPTEURS

Quand les abonnés raccrochent leurs récepteurs, les relais de supervision S_1R et S_2R laissent retomber leurs armatures, ce qui a pour effet d'allumer les lampes de supervision S_1L et S_2L. Aucun autre changement ne s'opère jusqu'au moment où l'opératrice rompt la connexion.

E. — L'OPÉRATRICE ROMPT LA CONNEXION

L'opératrice, voyant les lampes de supervision s'allumer, appuie sur sa clé de rupture RK. Un courant passe par l'enroulement de 500 ohms de gauche du relais RR, la clé RK, le contact inférieur de H de R.1., les contacts de repos de S_1R et de HOR, et la terre du relais RR.

Ce dernier relais se bloque par son enroulement de 500 ohms de droite, par le contact R de R.2. et par son propre contact de droite.

Un courant passe par R.2. le contact de travail de RR et le contact supérieur de M à la terre. *R.2. passe à la position 13.* Dans cette position la terre du circuit du relais LT_2R est supprimée en M de R.2. LT_2R laisse retomber son armature, ce qui

Digitized by Google

ferme le circuit de R du chercheur primaire pour le contact supérieur de G, le contact de repos de LT_2R, le contact inférieur de B et la terre. *R retourne à sa position normale.*

R.2. en position 13 ferme un circuit à travers R.1., contact inférieur de B de R.1., contact supérieur de K de R.2., contact supérieur de repos de HOR et la terre. *R.1. retourne à sa position normale.*

Lorsque R et R.1., qui étaient respectivement dans les positions 4 et 15, retournent vers leurs positions normales, ils atteignent en même temps, après avoir franchi une seule position, respectivement les positions 5 et 16. Le compteur de conversation est alors actionné de la façon suivante : batterie de 48 volts, compteur SM, broche et contact C du chercheur primaire, résistance de 50 ohms, contact supérieur de D, enroulement de 20 ohms de LT_2R, contact inférieur de E, enroulement de 7 ohms de LT_2R, broche et balai G du chercheur secondaire, contact inférieur de C de R.1., contact de repos de MHR, clé CMHK et une autre batterie de 48 volts en série avec la première.

Quand R.2. passe à la position 16, il ferme un circuit à travers GLR, le contact supérieur de B de R.2. et le contact inférieur de M de R.1.

GLR attire son armature qui donne la terre à R.2. par le contact de repos de GT_2R et le contact D de R.2. *R.2. passe à la position 17.* Dans cette position un circuit est fermé pour PG, par le contact de repos de GT_2R et le contact de travail de GLR. PG fait tourner le sélecteur de groupes primaire jusqu'à sa position de repos. Dans cette position un circuit est fermé à travers HG par le contact supérieur de H, le contact normal de l'interrupteur G, le relais GT_2R et la terre au contact S.

GT_2R en attirant son armature ouvre le circuit de PG, de sorte que HG maintient le sélecteur de groupes primaire dans sa position normale. En même temps un circuit est fermé pour R.2. à travers le contact inférieur de E, les contacts de travail de GT_2R et de GLR et la terre. *R.2. passe à la position 18* et y reste jusqu'au moment où l'opératrice le remettra en action.

Digitized by Google

par son combineur de distribution RH, comme il sera expliqué plus loin.

Dans cette position GLR et RR ne sont plus attirés. Le circuit de la batterie se ferme à travers P.2. de R.2. le contact supérieur de C et INT.2., ce qui fait revenir le choisisseur de balais P.2. à sa position normale.

R.2. à la position 13 ouvre le circuit de QR au contact G de R.2. L'armature de droite de QR en retombant donne la terre à R final par l'intermédiaire du contact supérieur de D. *R final passe à la position 15.*

Le combineur du sélecteur de ligne resterait dans cette position si l'abonné appelé n'avait pas raccroché son récepteur, car un courant passant à travers FLR, le contact inférieur de H, le contact J, le poste de l'abonné, le contact K et la terre de I attirerait l'armature de FLR et empêcherait ainsi R final de progresser.

Si le récepteur n'est pas resté décroché, l'armature de FLR n'est pas attirée et *R final passe à la position 18*, le courant qui l'actionne traversant le contact inférieur de C et la terre de FLR. Dans cette position, les relais FT_1R et FT_2R étant ouverts en G et P ne sont plus en circuit.

P.1. est alors relié à la terre par l'intermédiaire du contact inférieur de F et des contacts de repos de FT_2R et de FLR.

Le chariot à balais se met à tourner et revient à sa position normale. Dans cette position le contact de position normale est relié à la terre par l'intermédiaire de l'INT.1. ce qui fait passer un courant par le relais FLR, le contact inférieur de M et la terre. L'attraction de l'armature de FLR coupe le circuit de P.1. et ferme un circuit en dérivation sur R et H par l'intermédiaire du contact supérieur de C. L'électro-aimant de blocage H arrête le chariot à balais P.1. dans sa position normale. En même temps *R final passe à sa position normale.* Le circuit de FLR se trouve ouvert en H.

Il est bon de noter que R.2. à la position 13 libère les balais du sélecteur de groupes primaire de toute connexion avec le sélecteur de lignes, de sorte que ce sélecteur peut être choisi à

Digitized by Google

nouveau avant même que le sélecteur primaire soit revenu dans sa position normale.

F. — LA LIGNE DEMANDÉE EST OCCUPÉE

En revenant au paragraphe B — 6, où l'opération de la recherche de la ligne demandée a été décrite, quand le combineur R du sélecteur de ligne atteint la position 7, la ligne demandée est essayée ; si cette ligne est occupée, les deux relais de test FT_1R et FT_2R ne sont pas actionnés. *R final continue à tourner jusqu'à sa position 10.*

Dans cette position le circuit à travers S_2R est établi comme il a été expliqué précédemment et *R.1 passe à la position 8.* Le signal d'occupation est transmis à l'abonné appelant au travers des contacts E et G de R.1., et l'opératrice est avertie par le scintillement de la lampe S_2L provoqué par le contact M et l'interrupteur FL_2.

R final étant à la position 10, P.1. est actionné à travers le contact inférieur de F, les contacts de repos de FT_2R et de FLR et la terre. P.1. retourne à sa position normale, l'interrupteur INT.1. met le contact de repos de P.1. à la terre de sorte que le relais FLR est actionné à travers le contact M et cette terre. *R final passe à la position 11*, ce qui fait retomber l'armature de FLR. R reste en position 11 jusqu'au moment où la communication est coupée par l'opératrice.

Les positions des combineurs sont :

R	R.1.	R.2.	R (final).
4	8	12	11

G. — L'OPÉRATRICE COUPE LA COMMUNICATION

L'opératrice appuie sur la clé RK, ce qui actionne le relais RR comme précédemment, et *R.3. passe à la position 13.* Dans cette

Digitized by Google

position le sélecteur primaire est déconnecté du sélecteur de lignes aux contacts P et Q de R.2. ; S_2R ne recevant plus de courant laisse retomber son armature. Ceci a pour effet de faire passer *R.1. à la position 9 et de là, à la position 1*, le courant qui l'actionne restant établi par le contact inférieur de B de R.1., le iconact supérieur K de R.2. et la terre de HOR.

R. 2. à la position 13 coupe la terre de LT_2R comme précédemment au contact M. de R.2.

Le relais LT_2R laisse retomber son armature, ce qui fait passer *R à la position 1.*

R qui était à la position 4 dépasse la position 5 avant que R.1. qui était à la position 8 atteigne la position 16, de sorte que la ligne de l'abonné appelant est déconnectée du chercheur secondaire ; par conséquent le compteur de conversation n'est pas actionné.

R. 2. à la position 13 ouvre le circuit de QR comme dans le cas d'une ligne libre, ce qui fait tourner *R final jusqu'à la position 18.* FLR attire à nouveau son armature, le courant se trouvant rétabli en M par le contact de repos de INT.1., de sorte que *B retourne à sa position normale* dans laquelle FLR, ayant son circuit ouvert, laisse retomber son armature.

II. — L'ABONNÉ DEMANDÉ NE RÉPOND PAS

Si l'abonné demandé ne répond pas, l'opératrice appuie sur sa clé d'écoute LK et en informe l'abonné appelant. Quand cet abonné raccroche son récepteur, l'armature de S_1R retombe et S_1R s'allume au travers du contact H de R.1., et des contacts de repos de S_1R, de HOR et de RR, ce qui indique à l'opératrice qu'elle peut rompre la connexion. L'opératrice appuie sur sa clé RK, ce qui rompt la communication sans compter une conversation, comme dans le cas d'une ligne occupée, car R, qui était en position 4, atteint et dépasse la position 5 avant que R.1., qui était en position 10, atteigne la position 16.

Digitized by Google

I. — DISTRIBUTION DES CIRCUITS DE CONNEXIONS

1) Le circuit de connexion comprend le chercheur secondaire et le sélecteur primaire, c'est dans cette partie du circuit que l'opératrice se trouve reliée à l'abonné. Il est donc intéressant de décrire comment les circuits de connexions sont distribués par rapport aux circuits des lignes d'abonnés et des positions d'opératrices.

La capacité d'un arc de chercheur primaire est de 60 lignes d'abonnés. Le nombre des chercheurs primaires nécessaires par groupe de 60 lignes varie avec le nombre d'appels émis, avec la durée des conversations, avec la qualité du service à rendre et, en particulier, avec le nombre de sélections à faire, qui est différent suivant qu'il s'agit d'un ou de plusieurs bureaux.

La capacité d'un chercheur secondaire est aussi de 60 lignes, et chacune de ces lignes étant reliée à un chercheur primaire, il en résulte que chaque groupe de chercheurs secondaires dessert 60 chercheurs primaires. Le nombre total des chercheurs secondaires nécessaire au service de 60 chercheurs primaires sera moindre que 60, car les chercheurs secondaires reçoivent un plus grand nombre d'appels et sont par conséquent d'un meilleur rendement.

Le nombre de circuits de connexions par position d'opératrice varie avec la charge de l'opératrice. Ces circuits sont distribués sur les positions d'opératrice de la manière décrite plus loin, ce qui permet une réduction du nombre des opérations correspondant à la réduction du trafic.

Chaque groupe de chercheurs secondaires est divisé en sous-groupes de 3 chacun. Chaque sous-groupe d'un groupe principal correspond à des positions d'opératrices différentes ; de cette façon il est possible de placer le trafic du bureau complet devant chaque groupe d'une, deux ou trois opératrices, de sorte qu'après l'heure la plus chargée il est possible de supprimer des

Digitized by Google

opératrices à volonté, tout en satisfaisant au trafic décroissant. Chaque fois qu'un groupe d'opératrices est supprimé, une réduction correspondante a lieu automatiquement dans tous les groupes principaux des circuits de connexions.

Par exemple, en supposant qu'il y ait 3 groupes principaux de chercheurs secondaires, chaque groupe ayant 21 chercheurs secondaires, il y aura 7 sous-groupes de 3 par groupe principal. Supposons qu'il y ait 3 opératrices repliées à une partie de ces circuits de connexions.

Les premiers, deuxièmes et troisièmes sous-groupes de chaque groupe principal sont reliés à la première position d'opératrice, les quatrièmes et cinquièmes sous-groupes à la deuxième position et les sixièmes et septièmes sous-groupes à la troisième, de sorte que si deux opératrices quelconques sont supprimées, l'opératrice restant est reliée aux 3 groupes principaux des circuits de connexions et peut recevoir les appels d'une ligne quelconque.

2) Chaque position d'opératrice est munie d'un combineur de distribution RH, qui commande les circuits de connexions : aussitôt que l'opératrice enfonce sa fiche de poste, le premier circuit de connexion de chaque sous-groupe relié à cette position est mis en service. Dès qu'un appel arrive il n'y a que les chercheurs secondaires correspondants qui recherchent le chercheur primaire. Dans l'exemple précédent, si l'appel arrive au premier groupe et s'il n'y a que la première opératrice qui ait enfoncé sa fiche de poste, il n'y a que les 3 premiers chercheurs secondaires des 3 premiers sous-groupes qui cherchent le chercheur primaire arrêté sur la ligne appelante. De plus, chaque sous-groupe de 3 est câblé de telle façon qu'après que le premier de chaque sous-groupe est relié à la ligne, le deuxième est mis en service, et après le deuxième, le troisième, puis le premier, et ainsi de suite, de sorte que les 3 chercheurs secondaires sont mis en service consécutivement.

Le circuit de distribution est arrangé de manière que si, une position d'opératrice n'étant plus occupée, la fiche de poste est enlevée, tous les circuits de connexions correspondant à cette position sont retirés du service.

Digitized by Google

3) Le mode de reliement entre eux des circuits de connexions d'un sous-groupe est montré sur le croquis au dessin en-dessous du sélecteur de ligne. Supposons en premier lieu qu'une opératrice prenne une position libre.

L'insertion de la fiche de l'opératrice ferme le contact inférieur de TJ (voir milieu du dessin) ce qui a pour effet de faire passer RH de la position 16 à la position 1. (On verra plus tard que RH est toujours en position 16 quand la position d'opératrice n'est pas occupée). En passant par les positions 17 et 18 (voir croquis de droite), RH ferme un circuit pour les relais RR de tous les premiers circuits de connexions de chaque sous-groupe par le contact C de RH, chaque relais RR en opérant fait passer le R.2. correspondant de la position 18 à la position 1, car le circuit de R.2. est fermé par le contact de travail de HR et la terre du contact M de R.2. (Le contact C en question est pour le premier circuit de connexion. D'autres contacts similaires sont prévus pour les relais RH des autres circuits de connexions.) Les secondaires sont mis en service et se mettent à chercher quand un chercheur primaire a trouvé une ligne appelante. Aussitôt que R.2. d'un des sous-groupes est relié à une ligne et passe de la position 1 à la position 2, le deuxième circuit de connexion de ce sous-groupe est mis en service par le circuit suivant : terre contact D de RH, J de R.2. du premier circuit de connexion, contact R et relais RR et batterie du deuxième circuit de connexion. Le relais RR est actionné de sorte que R.2. de ce deuxième circuit de connexion passe de la position 16 à la position 1. Lorsque le deuxième circuit de connexion est occupé à son tour, le troisième circuit est mis en service de la même façon, et quand il est lui-même occupé c'est le premier qui revient en service, etc.

Il est bon de noter que le contact C de RH est employé seulement pour la mise en service du premier circuit de connexion, lorsque la fiche d'opératrice est insérée en TJ. La terre pour les mises en service subséquentes des circuits de connexions est fournie par le contact D, qui reste fermé pendant toute la durée de l'insertion de la fiche de poste d'opératrice puisque BH est passé à la position 1.

Digitized by Google

4) Quand la fiche d'un poste d'opératrice est retirée, le contact supérieur de TJ est établi, ce qui a pour effet de faire tourner RH jusqu'à la position 16. En passant par la position 3, la terre est reliée au contact F de RH et de là aux combineurs R.2. de tous les circuits de connexions reliés à la position à travers le contact D de R.2. *R.2 passe à la position 2.* Dans cette position, le relais GLR est actionné à travers le contact de R.2., M de R.1. et S_2L. Le relais RR est actionné à son tour à travers le contact L de R.2., le contact de repos de GT_2R et la terre du contact de travail de GLR, il reste attiré par son enroulement de droite jusqu'au moment où R.2. dépasse la position 17.

Quand RR attire son armature, *R.2. passe à la position 4*, son circuit étant fermé à travers le contact de travail de gauche de RR et le ressort M de R.2.

R.3. est actionné à son tour à travers le contact L de R.2., le contact de repos de GT_2R et le contact de travail de GLR. R.3. tourne et en passant par la position 13 ferme un circuit à travers R.2. par le contact supérieur B de R.3., le contact M de R.2. et le contact de travail de RR.

R.2. passe à la position 6. Dans cette position, la terre est reliée à R.2. par le contact M de R.2., de sorte que *R.2. passe à la position 13.*

Dans cette position, GLR, dont l'armature est retombée à la position 6 de R.2., mais a été attirée de nouveau à la position 8, rend la terre à R.2. par l'intermédiaire de son contact de travail, du contact de repos de GT_2R et du contact D de R.2. ; *R.2. passe à la position 17.* Le relais GT_2R est actionné dans le circuit suivant : batterie de 48 volts, électro de blocage HG, contact H, contact de repos de l'interrupteur G INT., GT_2R, contact S de R.2. à la terre.

L'armature de GT_2R ferme le circuit de R.2 à travers le contact E de R.2., les contacts de travail de GT_2R et de GLR et la terre. *R.2. passe à la position 18.*

Dans cette position, tous les circuits de connexions reliés à la position sont mis hors service. S'il y a quelques circuits qui étaient déjà occupés, ils sont mis hors service au fur et à mesure qu'ils deviennent libres.

Digitized by Google

L'ouverture du contact S de RH met hors service les enregistreurs de la position.

J. — OPÉRATIONS DU RELAIS DE BLOCAGE

Le circuit de blocage est utilisé chaque fois que pour une raison quelconque un sélecteur ne fonctionne pas bien. Le circuit est disposé de façon à libérer les abonnés, mais non à maintenir les sélecteurs dans leurs positions fautives, ce qui évite l'utilisation de ces sélecteurs pour d'autres connexions avant qu'ils aient été visités et réparés s'il y a lieu.

Il est évident qu'un sélecteur défectueux ne peut être découvert après la rupture d'une connexion que s'il est maintenu en place, car on ne peut savoir, après la fin de conversation et le retour en repos, quels sélecteurs sont intervenus dans l'établissement de la connexion.

Pour actionner le relais de blocage HOR, la clé de blocage commune CHOR et la clé d'écoute LK du circuit de connexion doivent être abaissées simultanément.

HOR est actionné et se bloque par son contact de travail, le circuit comprenant une lampe HOL placée à la portée de la vue de l'électricien du bureau, l'enroulement de HOR et la terre du relais RR. La mise en action du relais HOR supprime à travers GT_1R la terre du troisième fil G du chercheur primaire et du troisième fil H du sélecteur final.

La suppression de la terre a pour effet de laisser retomber l'armature du relais LT_2R et *de faire passer R à la position 6* où il reste, car dans cette position un circuit partant de la batterie 24 volts, est fermé par l'enroulement du translateur, le relais S_1R, le contact D de R.1. le balais F, le contact E de R, l'enroulement de 20 ohms de LT_2R, le contact D de R et la terre; l'armature du relais LT_2R est donc attirée et empêche R de dépasser la position 6.

Digitized by Google

Le relais S_1R est actionné de sorte que la lampe de supervision S_1L s'éteint.

Quand R dépasse la position 5, COR est libéré, LR qui est relié à un groupe de chercheurs primaires est de nouveau relié à la ligne d'abonné et attire son armature ; la ligne est alors cherchée par un autre chercheur primaire. Le circuit de connexion est ouvert aux contacts J et K de R, de sorte que, pendant que les balais du chercheur primaire restent sur les broches de la ligne d'abonné, il n'y a plus de liaison électrique entre le chercheur primaire et cette ligne.

La clé de blocage peut être abaissée à n'importe quel moment après l'appel d'un abonné, mais pour bien fixer les idées on peut supposer qu'elle a été abaissée pendant que les impulsions des dizaines étaient transmises.

Dans ce cas les positions des combineurs étaient les suivantes :

R	R.1.	R.2.	RHA	R final
4	6	10	14	2

La mise en action de HOR fait passer R à la position 6 comme il a été expliqué précédemment.

L'armature de HOR ferme aussi un circuit à travers l'enroulement inférieur de droite du translateur, le relais de supervision S_2R, le contact P de R.2., l'armature de HOR et la terre.

S_2R attire son armature et *R.1., passe à la position 8.* Dans cette position un nouveau circuit est fermé par le contact inférieur de J de R.1. I de R.2. et la terre du relais RR. *R.1. passe à la position 10*; le courant se referme à travers R.1. le contact supérieur de J, l'armature et la terre de S_2R.

R.1. passe à la position 15 et y demeure jusqu'au moment où il est libéré.

R.1. à la position 8 ouvre le circuit de GLR au contact 1 de R.1. L'armature du relais revient au repos. La terre du contact de repos de l'armature de GLR est reliée à R.2. par l'intermédiaire de E de R.2.

R.2. passe à la position 12 et y demeure jusqu'au moment où il est libéré.

L'opération de HOR coupe la terre du relais HAR qui était

Digitized by Google

maintenu grâce à la terre du contact de repos de HOR dans le circuit suivant, batterie, résistance de 2000 ohms de HAR, contact de travail de HAR, contact 0 de RHA, enroulements de 380/380 ohms, contact E de R.3., relais MHR, contact inférieur de K de R.2. et terre de HOR.

Les armatures de HAR retombent; celle de droite donne la terre à RHA à travers le contact C de RHA. *RHA passe à la position 16 puis à la position 18 et à la position 1.*

Quand RHA dépasse la position 14, il ouvre le circuit de FLR à son contact D. L'armature de FLR retombe et ferme un circuit par le contact inférieur de C pour le *R du sélecteur final qui passe à la position 3.* Quand RHA est à la position 16 il ferme le circuit de FLR à son contact D ce qui ferme un circuit par le contact supérieur de C pour *R final qui passe à la position 4* jusqu'au moment où l'opératrice le libérera. FLR reste toujours attiré et ferme un contact pour P.1. qui se met à tourner d'une façon continue.

Si la clé de blocage avait été actionnée un peu plus tard, lorsque R final était à la disposition 4, il aurait continué à tourner jusqu'en 16, comme on peut le voir d'après ce qui suit : Quand R.2. dépasse la position 10 il ouvre à son contact P le circuit de FLR dont l'armature retombe, ce qui a pour effet de faire passer *R final à la position 10.* Dans cette position FLR attire de nouveau son armature dans le circuit fermé par le contact M et le contact de repos de l'interrupteur INT.1.

R final passe à la position 11, ce qui fait retomber l'armature de FLR. R final est de nouveau actionné à travers le contact D car QR a laissé retomber son armature lorsque la terre du troisième conducteur a été supprimée par l'attraction du relais HOR.

R final passe à la position 15 et de là à la position 16, car dans la position 15 il est encore actionné à travers le contact C et la terre de FLR. A la position 16, FLR est de nouveau actionné à travers le contact H de R final, le balai J, le contact supérieur de P de R.2. et la terre de HOR, ce qui empêche R final de dépasser la position 16 jusqu'au moment où l'opératrice libérera la connexion.

Digitized by Google

Les positions régulières pour une connexion bloquée sont donc les suivantes :

R.	R.1.	R.2.	RHA	R final
6	15	12	1	4 ou 16

Après avoir découvert et corrigé le dérangement, l'électricien demande à l'opératrice de libérer le circuit de connexion bloqué. L'opératrice appuie en premier lieu sur la clé BK et ensuite sur CRK simultanément. Les relais RR et CRR sont actionnés. RR coupe la terre du circuit de collage de HOR dont les armatures retombent. L'attraction de l'armature de CRR ouvre la terre à CRK et empêche la libération d'autres circuits de connexion qui sont reliés à cette clé commune de déconnexion. L'attraction de l'armature de RR fait passer *R.2. à la position 13.* Un circuit se trouve fermé pour R.1. par les contacts B de R.1. et K de R.e. et la terre de HOR. *R.1. revient à sa position normale.* Quand R.1. quitte la position 15 il ouvre le circuit de LT,R au ressort D de R.1., l'armature de ce relais retombe et ferme un circuit pour *R qui revient à sa position normale.*

La libération de R.2. et de R final se fait de la même façon que pour une connexion régulière.

K. — OPÉRATION DES CLÉS D'ENTR'AIDE

1) Comme il a été dit précédemment, chaque position d'opératrice est pourvue de deux enregistreurs A et B. Le circuit de l'enregistreur A de la position principale est seul montré en détail. Les enregistreurs B sont connectés de la même façon que les enregistreurs A ; les changements de connexion seuls sont montrés sur le dessin. Chacun des enregistreurs A est muni de deux relais d'entr'aide A_1R et A_2R ; les enregistreurs B sont pourvus de relais B_1R et B_2R, et chaque position est pourvue de deux clés d'entr'aide N_1CK et N_2CK reliées aux relais ci-dessus. Les relais et clés d'entr'aide montrés sur le dessin sont ceux qui

Digitized by Google

appartiennent aux positions adjacentes de gauche et de droite, ceux de la position principale ne sont pas montrés. En employant ces clés, chaque position voisine peut prendre les appels de la position principale. Chaque position peut être une position soit principale, soit gauche, soit droite, selon la façon dont elle est reliée au circuit de connexion employé.

2) Le choisisseur d'enregistreur R.3. de chaque circuit de connexion a six positions principales.

Dans chaque position le circuit de connexion est relié à un enregistreur différent comme expliqué ci-après :

Position	1.	Enregistreur A.	Position principale.
—	2.	— B.	Id.
—	3.	Enregistreur A.	Position voisine de gauche.
—	4.	— B.	Id.
—	5.	Enregistreur A.	Position voisine de droite.
—	6.	— B.	Id.

Comme il a été dit ci-dessus, R.3., une fois mis en mouvement, tourne jusqu'au moment où il rencontre un enregistreur libre. Cette condition est remplie lorsqu'un potentiel est appliqué sur l'un des six contacts des ressorts C, D ou E de R.3. Le circuit est arrangé de façon que le potentiel ne peut exister que sur un seul contact à la fois. De plus l'ordre de sélection des combineurs se fait toujours dans l'ordre ci-dessus, c'est-à-dire que si les six enregistreurs sont au repos, un appel arrivera toujours à l'enregistreur A de la position principale et, si cet enregistreur est occupé, à l'enregistreur B de la même position. La position de gauche a ensuite la préférence sur celle de droite de sorte que si les deux positions voisines ont leurs clés d'entr'aide abaissées l'appel arrivera à la position de gauche. La position de droite peut recevoir les appels si celle de gauche a ses deux enregistreurs occupés ou si la clé d'entr'aide n'est pas abaissée à cette position.

Le potentiel appliqué au contact E de R.3. y est amené à travers l'enroulement 380/380 ohms de HAR, le contact E de RHA, HA_1R, le contact F de RHB, le contact de repos de gauche de LOR_3 et le contact S de RH. Si l'enregistreur A est

Digitized by Google

occupé, RHA, dès qu'il dépasse la position 8, ferme pour HBR un circuit partant de la batterie par le contact de repos de droite de LOR_3, le contact F de RHA, HB_1R, le contact N de RHB, les enroulements 380/380 ohms de HBR, le contact D de R.3., F de B.2., GT_1R et la position 1 1/2 du contact B de R.3. Les trois relais HBR, HB_1R et GT_1R attirent leurs armatures. HB_1R se bloque de sorte que HBR peut rester attiré après que l'enregistreur A a dépassé la position 18, et que, par conséquent, le circuit précédent est rompu au ressort F de RHA.

La mise en action de HBR fait passer RHB à la position 6, car le relais KTR de l'enregistreur B étant au repos, RHB atteint la position 5 et continue à tourner jusqu'à la position 6 grâce au contact M de l'enregistreur B, relié à la position 5, à la terre de KTR. L'appel est alors reçu par l'enregistreur comme il a été expliqué précédemment.

Quand l'opératrice de la position principale est occupée, c'est-à-dire lorsqu'elle se prépare à enfoncer les clés numérotées, ou lorsqu'elle parle sur un circuit de connexion par l'intermédiaire de la clé d'écoute correspondante ou lorsque les deux enregistreurs sont occupés, l'appel est reçu par l'une des deux positions voisines.

Quand une clé d'écoute est abaissée, un circuit est fermé de la terre à travers HOR, LK, LOR_1 et LOR_3 à la batterie. LOR_1 attire son armature et relie l'opératrice à l'abonné appelant ; en même temps les contacts de repos étant ouverts, d'autres appels ne peuvent arriver à l'opératrice. LOR_3 attire son armature et ouvre le circuit de HAR de sorte que l'enregistreur A ne peut pas recevoir d'appels puisqu'il supprime le potentiel sur le ressort E de R.3. La mise en action de LOR_3 supprime la batterie de son contact de repos de droite, empêche l'enregistreur B de recevoir les appels et ferme le circuit du relais LOR_2. La mise en action de ce relais relie par un fil commun la terre aux contacts de la clé N_1CK de gauche, et de là au contact de la clé N_2CK de droite. Si la clé LK n'était pas abaissée, mais si les deux enregistreurs A et B étaient occupés, la terre serait reliée aux clés par les contacts P des enregistreurs A et B.

Digitized by Google

Quand les clés N_1CK et N_2CK sont abaissées, les relais A_1R et B_1R qui leur sont associés peuvent être actionnés.

Supposons que A_1R soit actionné, un circuit est fermé de la batterie à travers le contact de repos de HB_1R de l'enregistreur B de la position de gauche, le contact F de RN_1B, HA_1R, le contact E de RN_1A, N_1AR, le contact de travail de A_1R, le contact C de R.3., etc... comme précédemment. Si le choisisseur d'enregistreur R.3. tourne à ce moment, il s'arrêtera à la position 3. N_1AR attirera son armature et l'appel passera à l'enregistreur A de la position de gauche, de la même façon que si R s'était arrêté à la position 1 pour relier cet appel à l'enregistreur A de la position principale. On peut montrer de la même façon que si l'enregistreur A de la position de gauche est occupé, l'appel passera automatiquement à l'enregistreur B, par l'intermédiaire cette fois du relais B_1R. De même les appels peuvent être pris par la position de droite si N_2CK est abaissée N_1CK ne l'étant pas ou bien, si N_1CK étant abaissée, les deux enregistreurs de la position de gauche sont occupés.

L. — APPELS SPÉCIAUX

1) Les circuits permettent trois sortes d'appels spéciaux : renseignements, table d'essais et annotatrices. Quand l'abonné demande une des connexions ci-dessus, il suffit que l'opératrice appuie respectivement sur les positions 7, 8 ou 9 des clés des milliers. Les connexions ci-dessus peuvent être occupées sans que le compteur de l'abonné fonctionne. Si un appel spécial autre que les précédents, et pour lequel la conversation ne doit pas être comptée, est demandé par un abonné, il suffit que l'opératrice appuie sur la clé commune de rupture du circuit du compteur CMHK en même temps que sur la clé de rupture RK. Les circuits correspondants aux appels précédents sont décrits ci-après.

Digitized by Google

2) Quand la clé de renseignement n° 7 est enfoncée, la terre est reliée au relais IRR et aux deux enroulements en parallèle des relais CMHR et RCR par le contact de gauche de la clé. Le contact de droite de la même clé relie la terre à MR par le contact I de RHA et les enroulements des enregistreurs de numéros. Le fonctionnement de IRR relie la terre aux contacts des clés 1 des milliers et des centaines et le relais RCR en fonctionnant relie la terre aux contacts 9 des clés des dizaines et des unités. Les enregistreurs de numéros enregistrent le numéro 1199. Le relais MHAR attire son armature aussitôt que les relais CMHR puis MR ont fonctionné. Le courant de la batterie passe à travers l'enroulement de 60 ohms de MHAR, son contact de travail, le contact de repos de TRAR, le contact de travail de HAR, le contact O de RHA, les enroulements de 380/380 ohms de HAR, le contact E de R.3., l'enroulement de 30 ohms de MHR, le contact K de R.2. qui est à la position 6 à la terre du relais HOR.

Le relais MHR attire son armature et se bloque par son enroulement de 50 ohms d'un côté, tandis que de l'autre côté il rompt le circuit du compteur de conversation. Le relais MHR ne revient au repos que lorsque R.2. atteint la position 18, ce qui a pour effet de mettre à la terre à l'entrée de l'enroulement de 500 ohms par l'intermédiaire du ressort S de R.2. La communication avec le numéro 1199 est établie comme il a été expliqué précédemment, la seule différence réside dans la rupture de la communication qui se fait sans que le compteur de l'abonné enregistre l'appel.

Si l'opératrice avait inscrit le numéro 1199 à la façon ordinaire, la communication aurait été établie avec les renseignements, mais la communication aurait été comptée lors de la rupture de la connexion.

3) Pour appeler la table d'essais, l'opératrice appuie sur la clé n° 8 des milliers.

Les connexions établies sont similaires aux précédentes, sauf que dans ce cas le relais ERR est actionné à la place de IRR, ce qui fait que le n° 1399 est appelé au lieu de 1199.

Digitized by Google

De même que dans le cas précédent, la communication n'est pas enregistrée sur le compteur.

4) Si l'opératrice veut relier un abonné avec l'annotatrice, elle appuie sur la clé n° 9 des milliers. Le relais CTRR est actionné au lieu des relais IRR et ERR, de sorte que le numéro 1999 est appelé. Les lignes de 1800 à 1999 correspondant à la dixième rangée du sélecteur de groupes primaire sont réservées pour les appels aux annotatrices.

Le fonctionnement du circuit est le même que dans le cas d'un abonné ordinaire jusqu'au moment où le sélecteur de groupes primaire cherche une ligne libre vers le sélecteur de lignes. Les combineurs sont dans les positions suivantes :

R	R.1.	R.2.	RHA	R final
4	6	8	14	1

Quand le comptage des centaines se fait, le choisisseur de balais P.2. est prêt pour déclancher les balais de la dixième rangée, qui choisissent le dixième groupe de sélecteurs de lignes. Ce sélecteur est spécial et se trouve relié aux lignes vers l'annotatrice montrées sur la figure 5. Quand le sélecteur primaire rencontre une ligne libre, un circuit se trouve fermé pour les relais GT_1R, puis pour GT_2R à travers le troisième fil de la ligne montrée sur la figure, à travers le contact de repos de QR et la résistance de 200 ohms. GT_1R et GT_2R sont actionnés, ce qui a pour effet de faire passer *R.2. à la position 10.*

Quand RHA passe à la position 14 et actionne SR pour compter les dizaines, la terre de SR se trouve reliée au relais TRAR à travers le contact inférieur de H de RHA, les contacts L de R.100 et de R.1000.

Le relais TRAR attire son armature, ce qui relie la terre à *RHA qui passe à la position normale.* Quand la position 17 est dépassée, le circuit de GLR se trouve ouvert au contact L de RHA. L'ouverture de GLR en retombant relie la terre à *R.2. qui passe à la position 12.*

R.2. à la position 12 ferme un circuit de la batterie du translateur, relais S_2R, contact P de R.2., balais J et terre du relais SAR.

Digitized by Google

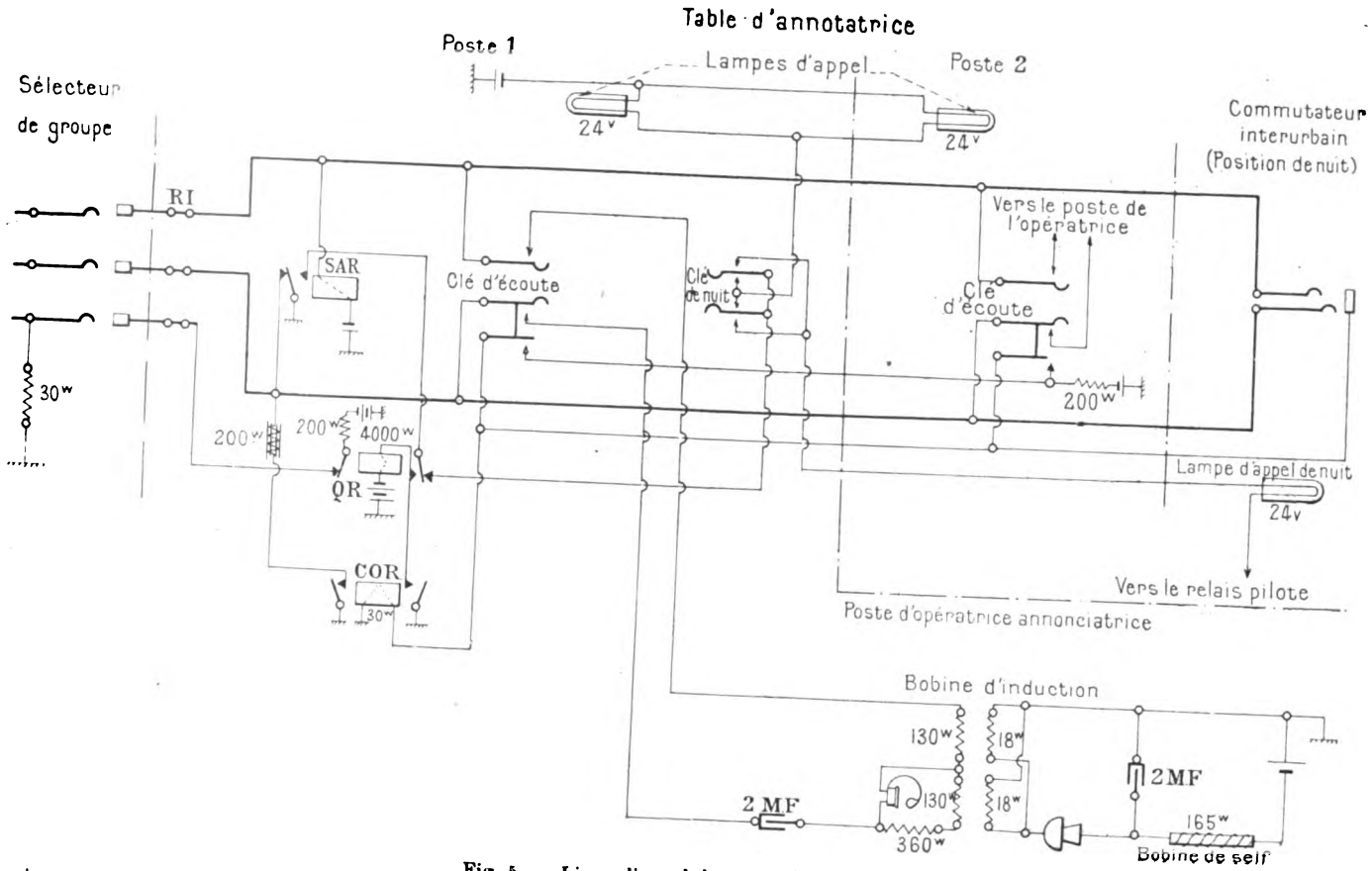


Fig. 5. — Ligne d'appel des annotatrices.

Digitized by Google

S_2R attire son armature, ce qui fait passer *R.1. à la position 8*. En même temps, un autre circuit se trouve fermé de la batterie à travers le relais SAR, le balai I, le ressort Q de R.2., le translateur et la terre. Le relais SAR, qui est à mouvement lent, attire son armature après que S_2R a fonctionné, et rompt le circuit de S_2R dont l'armature retombe.

R.1. passe à la position 10 et la lampe RL s'allume. En même temps, l'armature du relais SAR ferme le circuit des lampes d'appel de la ligne choisie qui s'allument sur la table d'annotatrice.

5) L'annotatrice manœuvre sa clé d'écoute et s'informe de la demande de l'abonné. La fermeture de la clé établit un circuit à travers le relais de coupure COR qui attire son armature. Le contact de gauche de COR ferme le circuit du relais de supervision S_2R qui attire son armature, ce qui éteint la lampe RL et fait passer *R.1. à la position 15*. Le contact de droite ferme le circuit de QR, qui se bloque par le contact de SAR et qui coupe le circuit des lampes d'appel qui s'éteignent.

Quand l'annotatrice a reçu la demande de l'abonné, elle le prie de raccrocher son récepteur jusqu'au moment où il sera rappelé par l'opératrice interurbaine.

L'abonné en raccrochant son récepteur allume la lampe SIL. L'annotatrice remet sa clé d'écoute au repos, ce qui coupe le courant à travers COR dont l'armature retombe ; le relais S_2R n'étant plus actionné, la lampe S_2L s'allume.

L'opératrice, en voyant les deux lampes s'allumer, rompt la connexion au moyen de sa clé RK sans que la communication soit enregistrée, comme il a été expliqué précédemment pour les appels demandés pour la table de renseignements.

Quand R.2. dépasse la position 12, le circuit de SAR est rompu au contact K, son armature retombe et ouvre le circuit de QR qui revient au repos.

Digitized by Google

M. — RUPTURES PRÉMATURÉES

1) Une rupture prématurée peut arriver à un moment quelconque de l'établissement d'une communication.

Quelques cas sont examinés ci-après.

Supposons qu'un abonné décroche son récepteur et qu'après un moment il le raccroche sans avoir attendu la demande de l'opératrice et que la lampe CL se soit allumée en face de l'opératrice. En ce moment *R est à la position 4*, *R.1. à la position 3*, *R.2. à la position 4* et *R.3. a commencé à tourner* à la recherche d'un enregistreur libre. Quand l'abonné raccroche, l'armature de S_1R retombe et la lampe S_1L s'allume. L'opératrice rompt la connexion immédiatement en appuyant sur la clé de rupture RK, Le relais de rupture RR est actionné par H de R.1., les contacts de repos de S_1R et de HOR et la terre de RR, l'attraction de l'armature de ce relais se produit, car c'est un relais dont les contacts de travail s'établissent avant que les contacts de repos se rompent ; il occupe la terre qui était reliée au troisième fil du chercheur primaire.

Le relais LT_2R laisse retomber son armature et *R retourne à sa position normale*. L'attraction de l'armature du relais RR a pour effet de faire passer *R.2. à la position 4*.

Quand *R.3. passe à la position 13*, il relie la terre par l'intermédiaire du ressort B de R.3. à *R.2. qui passe à la position 6*. Dans cette position, la terre est reliée par le ressort M à *R.2. qui passe à la position 13*.

Dans cette position, la terre de HOR est reliée à R.1. par l'intermédiaire des ressorts K de R.2. et B de R.1.

R.1. passe à la position 8. R.1. retrouve la terre par l'intermédiaire de B de R.1. au contact de repos de l'armature de S_2R.

R.1. passe à la position 9 et retrouve la terre de HOR par B de R.1. et K de R.2. ; *R.1. retourne à sa position normale*.

Digitized by Google

Quand R.1. passe par la position 16, GLR est actionné à travers B de R.2., M de R.1., S_2L, la batterie de 24 volts à la terre.

R.2. passe à la position 17 car il retrouve la terre de GLR à travers le contact de repos de GT_2R et le ressort D de $R_2$2. Dans cette position, GT_2R est actionné par le courant passant au travers de HG, par le contact supérieur H de R.2., le contact de repos de l'interrupteur G.INT., l'enroulement de GT_2R et la terre au ressort S de R.2. *R.2. passe à la position 18.*

2) Supposons que, lorsque l'abonné appelant a décroché son récepteur et a allumé la lampe CL, l'opératrice veuille changer de circuit de connexion ou transférer l'appel sur une autre position.

Pour obtenir ce résultat elle appuiera sur sa clé commune de rupture CRK en même temps que sur la clé de rupture RK du circuit de connexion. La communication sera rompue comme ci-dessus, mais comme l'abonné n'a pas raccroché son récepteur, LR et CR sont actionnés de nouveau et relient l'abonné à un autre circuit de connexion.

Il est bon de noter que dans le cas précédent, c'est-à-dire lorsque l'abonné avait raccroché son récepteur, l'opératrice pouvait rompre la connexion par la seule manœuvre de sa clé RK, car S_1R étant au repos, la terre nécessaire au fonctionnement de RR se trouvait par le circuit suivant : contacts de repos de S_1R, de HOR et de RR, tandis que lorsque l'abonné a son récepteur décroché, l'opératrice est obligée de se servir de la clé commune de rupture CRK qui donne la terre à RR à travers CRR.

3) Un autre cas à considérer est lorsque la lampe CL scintille et que l'opératrice est reliée à l'abonné appelant. A ce moment *R est à la position 4, R.1. est en 4, R.2. en 6* et *RHA en 6.* Quand la clé de rupture actionne RR, *R.2. passe à la position 13.* En passant par la position 10 il ouvre le circuit de HAR au contact K de R.2. L'armature de gauche de HAR en retombant ferme un circuit à travers *RH.1 qui retourne à sa position normale.* La remise au repos de R., R.1., et R.2. se fait de la même façon que dans le premier cas.

4) Deux autres cas à envisager sont les suivants : l'opératrice

Digitized by Google

ayant enfoncé les clés, l'abonné raccroche son récepteur ; l'opératrice a inscrit un mauvais numéro qu'elle n'a pas pu corriger à temps avec sa clé d'effacement. Dans ce dernier cas, l'opératrice se sert de la clé de rupture du circuit de connexion et de la clé commune de rupture CRK. En rompant la connexion, elle transfère l'appel à un autre circuit de connexion.

Supposons que l'opératrice ait enfoncé sa clé de rupture quand l'appel en est arrivé au comptage des centaines. *R est à la position 4, R.1. en 6, R.2. en 7* et *RHA en 12*. Quand RR est actionné par l'opération de la clé de rupture, *R.2. passe à la position 13*, R.2. dégage R, R.1. et RHA comme il a été décrit précédemment.

On peut noter que toute rupture prématurée ayant lieu après le cas précédent et jusqu'avant que le sélecteur de groupes primaire soit connecté au sélecteur de lignes, se fera de la même façon.

5) Supposons qu'une rupture prématurée ait lieu lorsque le choisisseur de balais du sélecteur final P.2. est en train de compter les dizaines. Les combineurs sont dans les positions suivantes :

R	R.1.	R.2.	RHA	R final
4	6	10	14	2

La manœuvre de la clé de rupture remet au repos R, R.1., R.2. et RHA comme précédemment.

Quand R.2. passe à la position 12, le sélecteur final est complètement déconnecté du circuit de connexion, ce qui a pour effet de remettre au repos les relais FLR et QR. L'armature de FLR en revenant au repos, fait passer *R final à la position 3* et l'armature de QR, en revenant au repos, fait passer *R à la position 4*. Comme FLR est au repos, *R passe à la position 10* où FLR est relié à la terre à travers le contact de repos de l'interrupteur.

FLR attire son armature, ce qui fait passer *R à la position 11*. La terre de QR fait passer *R à la position 15*. Dans cette position FLR revient au repos, ce qui fait passer *R à la position 18*.

FLR est actionné de nouveau à travers le contact de repos de l'interrupteur, de sorte que *R reprend sa position normale*.

Digitized by Google

Une rupture prématurée quelconque faite dans ces conditions produira les mêmes effets.

N. — PRINCIPALES POSITIONS DES COMBINEURS

L'axe de chaque combineur peut occuper 18 positions dans chacune desquelles un circuit différent est établi pour répondre aux besoins de l'instant où il fonctionne.

Afin de se rendre compte aisément de la position qu'occupe un combineur à un instant donné, l'axe de chaque combineur porte un tambour numéroté de 1 à 18. Un index fixe placé en regard de ce tambour permet de lire le numéro correspondant à la position actuelle. On voit sur la figure 6 l'axe de l'enregistreur et l'index en face du numéro 1.

Les principales positions des combineurs sont désignées dans le tableau suivant :

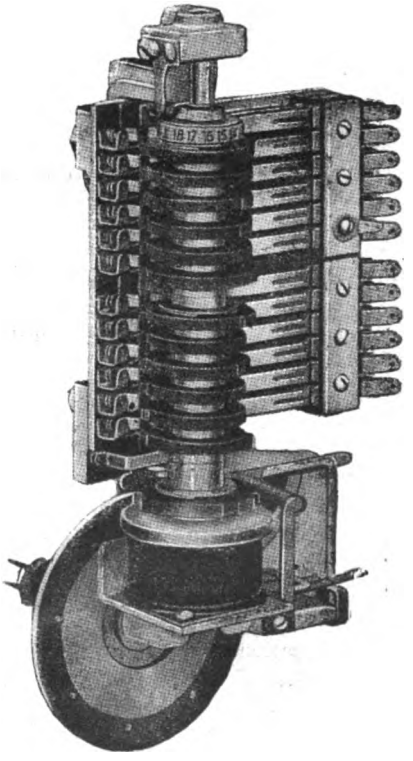


Fig. 6. — Axe de l'enregistreur.

Chercheur primaire R.

1. Normale et recherche.
3. Attente du chercheur secondaire.
4. Conversation.
5. Comptage des conversations.
6. Blocage.
7-9. Retour à la position normale.

Digitized by Google

Chercheur secondaire R.1.

1. Normale.
3. Attente d'un enregistreur libre. Lampe d'appel allumée.
4. Poste d'opératrice relié. Lampe d'appel scintille.
6. Poste d'opératrice déconnecté. Attente du choix du sélecteur final. Lampe de sonnerie allumée.
8. Occupation. Lampe de supervision S_2L scintille.
10. Attente de la réponse de l'abonné appelé. Lampe de sonnerie allumée.
15. Conversation. Blocage.

16-18. Comptage des conversations.

Sélecteur de groupes primaire R.2.

18. Normale. Pas en service.

Sélecteur de groupes primaire R.2. (Suite).

1. Normale en service et recherche.

4-5. Attente pendant que R.3. trouve un enregistreur libre. Ligne d'appel allumée.

6. Attente de l'inscription du numéro sur les clés numérotées.
7. Comptage des centaines avec le choisisseur de balais P.2.
8. Recherche d'une ligne libre vers le sélecteur final (PG).
10. Attente du comptage final.
12. Conversation. Occupation ou blocage.
16. Attendant que R.1. ferme le circuit de comptage des conversations.

Sélecteur final R.

1. Normale.
2. Comptage des dizaines avec le choisisseur de balais P.2.
3. Attente de l'enregistreur.
4. Balais comptant les unités avec P.1. Blocage lorsque CHOK est actionné avant que R atteigne la position 4.
7. Essai de la ligne appelée.
10. P. 1. retourne à sa position normale dans le cas d'une ligne occupée.
11. Occupation.
12. Appel.
13. Conversation.
15. Attendant le raccrochage du récepteur de l'abonné appelé.
16. Blocage, lorsque CHOK est actionné après que R a atteint la position 4.
18. P.1. retourne à sa position normale après une conversation.

Combineur de l'enregistreur RIIA.

1. Normale.
5. Attendant le dégagement des clés numérotées.
6. Attendant l'enfoncement des clés numérotées.

Digitized by Google

7. Déconnexion du poste d'opératrice du chercheur de lignes secondaire.
8. Attente pendant que les combineurs R.1000, R.100, R.10 et R.U. prennent leurs positions.
10. Prêt à compter les milliers.
12. Comptage des centaines.
14. Comptage des dizaines.
16. Comptage des unités.
17. Retour à la position normale en faisant passer R.2. de la position 10 à la position de conversation 12.

Digitized by Google

DESCRIPTION
DES CIRCUITS DE LA TABLE DE SURVEILLANTE
D'ANGERS

Fig. 7. Ligne venant du bureau semi-automatique.
» 8. Monocorde de réponse.
» 13. Poste d'opératrice.
» 12. Ligne vers le bureau semi-automatique ou ligne de surveillance.
» 9. Circuit d'une paire de cordons.
» 14. Observation du service sur les lignes.
» 10. Ligne d'appel d'arrivée.
» 11. Ligne d'appel de départ.
» 15. Circuit de la lampe pilote et de la sonnerie de nuit.

Ligne venant du bureau semi-automatique (fig. 7). — A

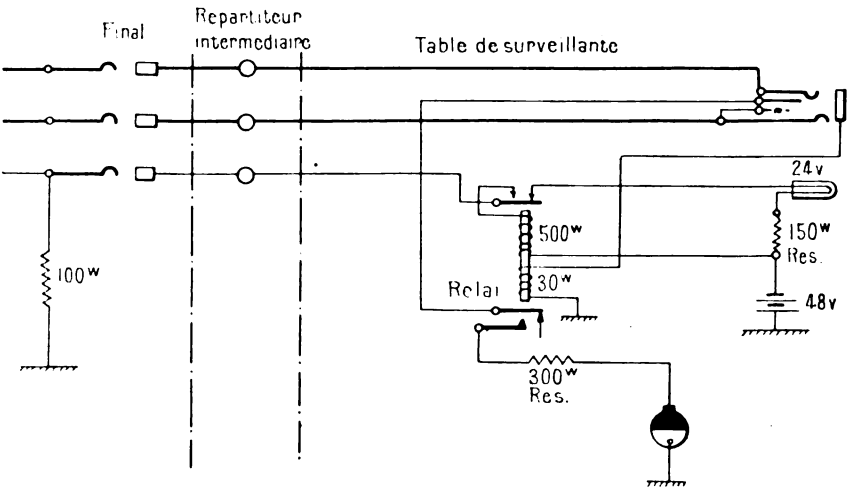


Fig. 7. — Ligne venant du bureau semi-automatique.

Angers la surveillante sera chargée de l'observation du service et des renseignements, de sorte que toutes les réclamations et demandes d'information des abonnés lui parviendront.

Digitized by Google

La table de surveillante est munie de lignes venant du bureau semi-automatique reliées aux contacts de la même ligne sur les sélecteurs finals d'un même groupe, mais dont les fils de multiplage sont enlevés.

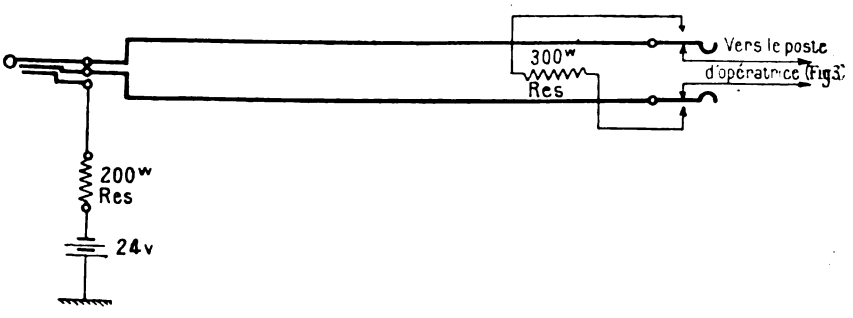


Fig. 8. — Monocorde de réponse.

Si une communication est demandée pour la surveillante, l'opératrice semi-automatique appuie sur la clé n° 7 des milliers, ce qui allume la lampe de 24 volts d'une ligne libre sur la table de surveillante.

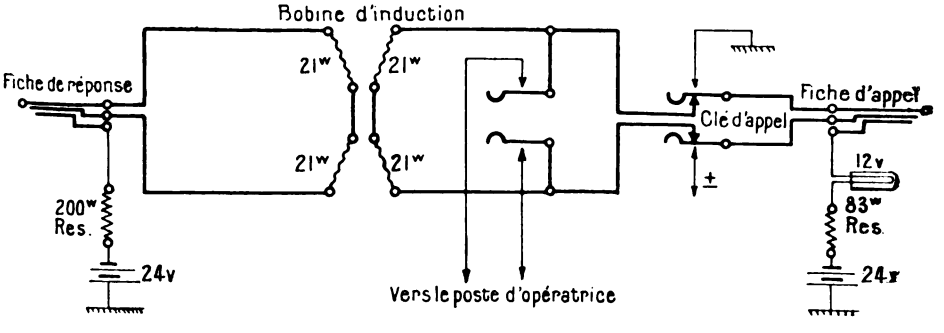


Fig. 9. — Circuit d'une paire de cordons.

La surveillante répond en enfonçant un monocorde de réponse (fig. 8) dans le jack correspondant à la lampe allumée. La batterie du 3e fil actionne le relais à deux enroulements qui se bloque à travers son contact de travail et la résistance de 100 ohms du sélecteur final. La lampe s'éteint. Quand la conversation est terminée, la surveillante en retirant sa fiche relie l'interrupteur

Digitized by Google

d'éclairement au conducteur de corps de la ligne, ce qui produit des interruptions d'éclairement de la lampe de supervision S_2L.

L'opératrice semi-automatique est donc informée que la communication est terminée.

Dans le cas où l'abonné désire être relié à un autre abonné la surveillante se sert d'une des paires de cordons (fig. 9) et appelle l'abonné en plaçant sa fiche d'appel dans un jack de départ vers le bureau semi-automatique (fig. 12). Ces jacks de départ sont reliés à un groupe de chercheurs primaires qui transfère l'appel à une opératrice semi-automatique.

La surveillante doit écouter pour s'assurer que la conversation

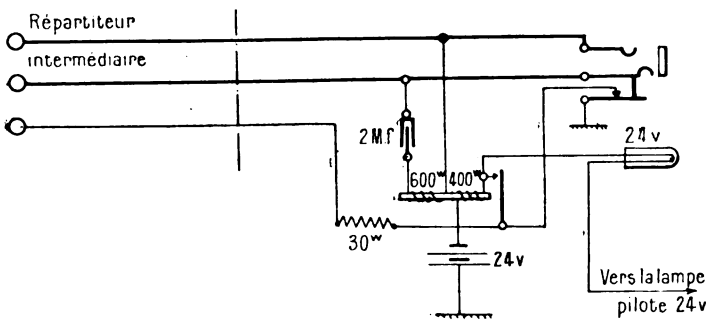


Fig. 10. — Ligne d'appel d'arrivée.

est terminée ; en attirant les fiches elle donne la fin des deux côtés.

Monocorde de réponse (fig. 8). — Ce monocorde est employé par la surveillante pour parler à un abonné relié à sa table. Une clé de garde est prévue pour garder la ligne temporairement. Ce monocorde est employé également pour surveiller une ligne.

Circuit d'une paire de cordons (fig. 9). — Les paires de cordons sont employées par la surveillante pour établir les communications comme il a été expliqué précédemment.

Ligne d'appel d'arrivée (fig. 10). — Ces lignes d'appel sont employées pour recevoir directement les appels provenant soit de la table d'essai, soit des tables interurbaines. Quand un appel arrive, le relais d'appel se bloque et allume la lampe d'appel.

Digitized by Google

Quand l'opératrice enfonce sa fiche de réponse la terre se trouve coupée au contact du jack et la lampe s'éteint.

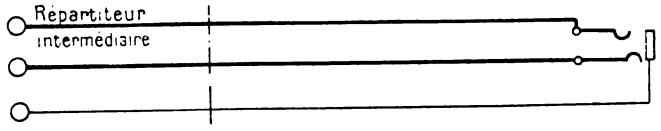


Fig 11. — Ligne d'appel de départ.

Ligne d'appel de départ (fig. 11). — La surveillante emploie ce circuit pour appeler la table d'essai, les opératrices interurbaines ou un abonné.

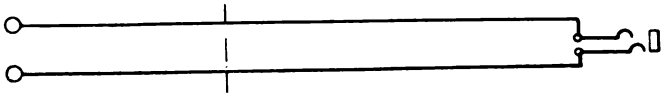


Fig. 12.
Ligne vers le bureau semi-automatique ou ligne de surveillance.

Ligne de surveillance ou ligne vers le bureau semi-automatique (fig. 12). — Ces lignes se terminent à des jacks sur la table de surveillante et aboutissent au répartiteur intermédiaire où elles

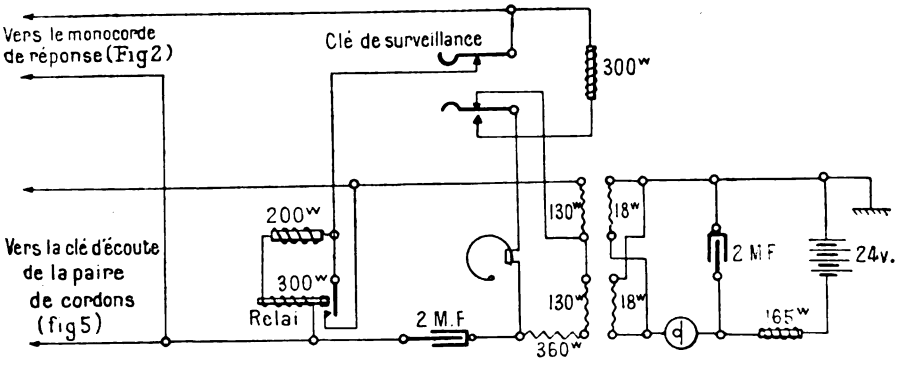


Fig. 13. — Poste d'opératrice.

peuvent être reliées à une ligne quelconque. Pour la surveillance d'une ligne, l'opératrice emploie un monocorde de réponse et abaisse ses clés de surveillance (fig. 13) et d'écoute. La clé de surveillance coupe le transmetteur et relie le récepteur en série

Digitized by Google

avec le condensateur du poste et une bobine de self de 300 ohms.

Observation du service sur les lignes (fig. 14). — Ces lignes se

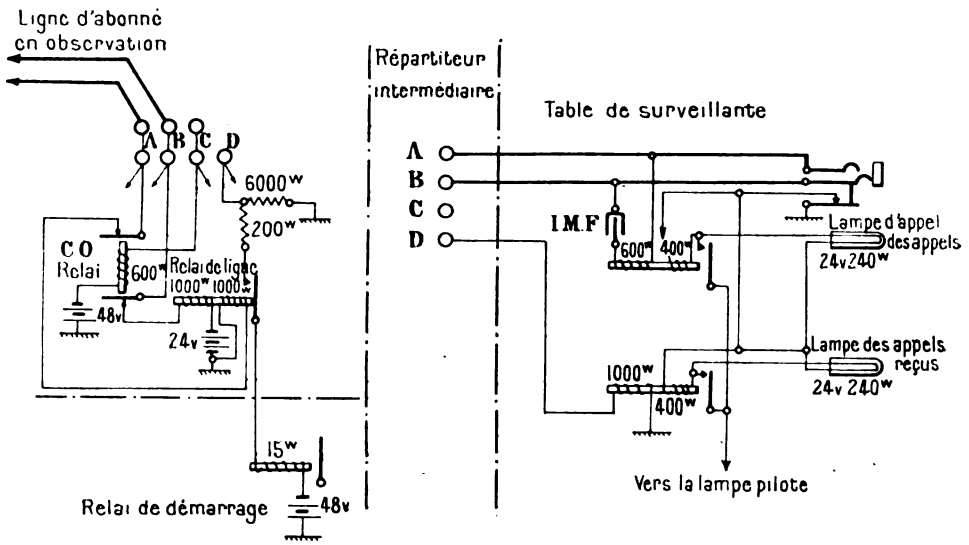


Fig. 14. — Observation du service sur les lignes.

terminent sur la table de surveillance à des jacks et à deux signaux d'appel, elles aboutissent au répartiteur intermédiaire. Elles sont

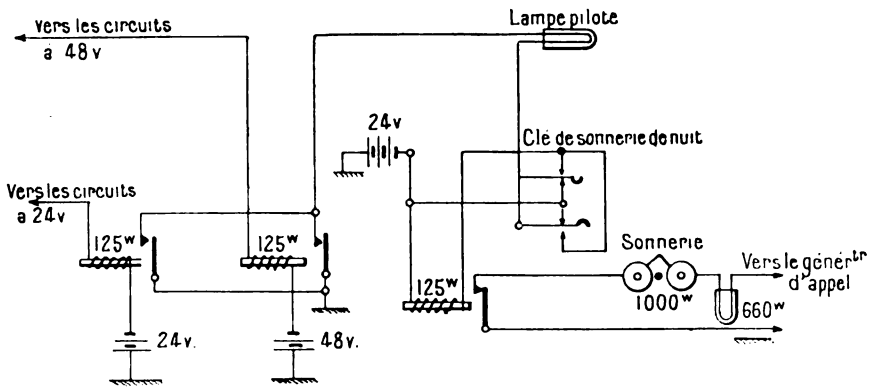


Fig. 15. — Circuit de la lampe-pilote et de la sonnerie de nuit.

reliées aux lignes d'abonnés à observer au moyen de cordons volants terminés par des pinces. Une lampe d'appel correspond

Digitized by Google

aux appels émis par l'abonné et l'autre aux appels reçus de sorte qu'il est facile d'observer les deux genres d'appel.

Quand un abonné appelle, son relais de ligne attire son armature, ce qui ferme le courant pour les relais de démarrage à travers la résistance de 200 ohms et en dérivation avec la résistance de 600 ohms par le contact D à travers l'enroulement de 1000 ohms du relais de blocage. La lampe d'appel des appels émis s'allume. Quand la surveillante enfonce la fiche de son monocorde la lampe s'éteint.

Quand un abonné est appelé par une opératrice semi-automatique, une dérivation du courant d'appel passe dans le relais d'appel à blocage monté en dérivation sur les fils A et B et la lampe des appels reçus s'allume. Cette lampe s'éteint quand la surveillante enfonce sa fiche dans le jack d'observation.

Digitized by Google

DESCRIPTION
DES CIRCUITS ET DES MÉTHODES D'ESSAIS
DE LA TABLE D'ESSAIS D'ANGERS

Fig. 18. Ligne venant du bureau semi-automatique. } figures réunies sur la planche 3.
» Ligne d'essais et de renvoi à la table interurbaine. }
» Ligne d'essais au répartiteur général. }
» 19. Jack d'essais sur les lignes interurbaines.
» Circuit d'essais au voltmètre..... se trouve sur la planche 3.
» 16. Cordons de connexion.
» 20. Ligne d'appel d'arrivée.
» 17. Ligne d'appel de départ et ligne de départ vers le semi-automatique.

Circuit d'essais au voltmètre (voir planche III, fig. 3). — Le circuit d'essais se termine à des fiches d'essais et comprend les clés suivantes :

1 à 4. Clés de mise en circuit des différentes fiches d'essais.

5. Clé permettant de faire les essais intérieurs et extérieurs. Dans sa position normale, quand une fiche est placée dans une ligne d'essais au répartiteur général (voir planche III, fig. 3), elle permet au relais de 200 ohms de fonctionner et de faire les essais extérieurs. Au contraire, quand elle est abaissée, le relais ne fonctionne pas et les essais intérieurs peuvent être faits. Quand les clés 10 et 12 sont abaissées, la manœuvre de cette clé supprime la connexion entre le voltmètre et la pointe de la fiche d'essais, ce qui évite la mise en série de la batterie du bureau central et de la pile de la table d'essais.

6. Clé d'inversion qui permet d'inverser les deux fils de la ligne par rapport au circuit d'essais.

7. Clé d'appel.

8. Clé de mise à la terre. Abaissée, elle met la pointe de la

Digitized by Google

fiche d'essais à la terre : elle est employée pour les essais effectués avec le voltmètre et le relais du sounder.

9. Clé de sounder employée pour relier le relais d'essais et un sounder à un côté de la ligne quand on veut obtenir des signaux pouvant s'entendre au loin.

10. Clé de voltmètre, employée avec les clés suivantes ;

12. Clé de boucle : dans sa position normale, elle relie le pôle positif de la pile d'essais à la terre ; lorsqu'elle est abaissée, elle relie ce pôle à la pointe de la fiche d'essais.

13. Clé de coupure de la pile d'essais : abaissée, elle relie le voltmètre directement à la terre dans le but de mesurer les potentiels extérieurs.

14. Clé d'inversion de voltmètre : abaissée, elle inverse les connexions du voltmètre par rapport à la ligne à essayer. Elle est employée concurremment avec la clé de coupure du voltmètre pour l'essai des potentiels extérieurs.

15. Clé de shunt du voltmètre : abaissée, elle réduit la résistance effective du voltmètre de 10.000 à 400 ohms pour la mesure des résistances des lignes.

11. Clé de hurleur employée pour appeler sur les lignes des abonnés qui ont laissé leurs récepteurs décrochés.

16. Clé de batterie : dans sa position normale, elle place une bobine de self en dérivation sur le circuit d'essais ; abaissée, elle coupe cette dérivation et relie la batterie de 24 volts au circuit d'essais pour l'alimentation des postes des abonnés reliés à ce circuit.

En plus des appareils ci-dessus, le circuit d'essais est muni des cordons suivants :

Cordons de mises à la terre. — Le cordon de la première position de la table a sa pointe reliée à la terre, celui de la deuxième position a le corps à la terre. Ces cordons sont employés pour mettre l'un ou l'autre côté d'une ligne à la terre.

Cordons du sounder employés pour relier le relais et le sounder à l'un ou l'autre côté de la ligne à essayer lorsque des signaux sonores sont nécessaires. La pointe de la fiche est employée sur la première position et le corps sur la deuxième.

Digitized by Google

Cordons de connexions (fig. 16) employés pour mettre deux lignes en communication. Cette paire de cordons est équipée avec une clé d'appel, une clé d'écoute et une lampe de supervision.

Lignes d'essais au répartiteur général (voir planche III). — Ce circuit, multiplié sur les deux positions, est pourvu à chaque position d'un jack qui permet de faire des essais intérieurs ou extérieurs. En enfonçant une fiche d'essais (voir planche III), dans un jack, le relais de 200 ohms est actionné comme il a été expliqué précédemment, ce qui permet de faire les essais extérieurs. Le relais en attirant son armature relie un de ses contacts à la terre. Un relais d'appel à blocage est placé en dérivation sur la ligne de

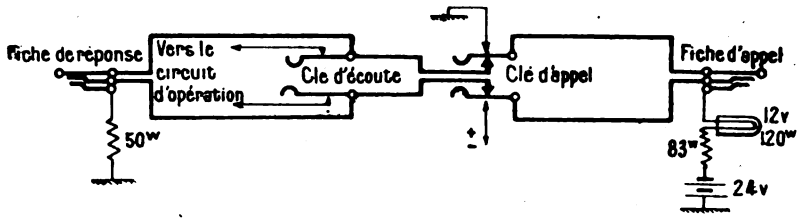


Fig. 16. — Cordons de connexions.

façon à recevoir les appels arrivant sur cette ligne pendant qu'on l'essaie.

Quand la clé 5 est abaissée du côté intérieur, l'armature du relais de 200 ohms retombe. La fiche d'essais se trouve reliée au côté intérieur de la ligne à essayer.

Comme ce circuit est employé pour des essais de courte durée, il n'est pas prévu de dispositif pour recevoir les appels pouvant venir sur la ligne à essayer pendant l'essai. Pour les essais plus longs on emploie la ligne de renvoi (voir planche III, fig. 1) comme il sera expliqué ci-après.

Lignes d'essais et de renvoi au meuble interurbain (planche III, fig. 1). — Ces lignes permettent à l'électricien chargé des essais de se rendre compte des conditions des lignes en essais même pendant que les dérangements sont recherchés. Le circuit peut être employé dans les conditions suivantes :

Si le fil de pointe d'une ligne est à la terre, la ligne sera

Digitized by Google

bruyante ; pour essayer la ligne, l'électricien demandera par ligne de conversation à l'opératrice interurbaine qui dessert les fiches d'essais, d'enfoncer une de ces fiches dans le jack multiple de l'abonné.

L'électricien enfoncera une des fiches du circuit d'essais dans le jack de renvoi et déterminera l'endroit du dérangement.

Il retirera sa fiche d'essais et laissera la clé commutatrice correspondant au jack de renvoi dans la position normale. Si l'abonné appelle pendant que sa ligne est ainsi renvoyée à la table d'essais, il actionnera le relais à deux enroulements de 200 ohms et allumera la lampe d'appel correspondant au jack de renvoi auquel sa ligne est renvoyée. L'électricien pourra enfon-

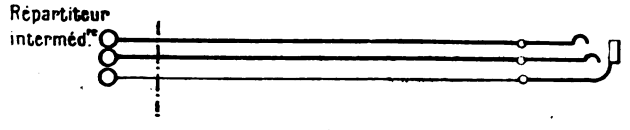


Fig. 17.
Ligne d'appel de départ et ligne de départ vers le semi-automatique.

cer une fiche d'essais, et en manœuvrant sa clé de batterie n° 16 pourra entrer en relation avec l'abonné. Si l'abonné désire une communication, l'électricien se servira d'une paire de cordons (fig. 16) en plaçant la fiche de réponse dans le jack de renvoi et la fiche d'appel dans un jack d'une ligne de départ vers le semi-automatique (fig. 17) ; ces lignes sont reliées à un groupe de chercheurs primaires, ce qui transfère l'appel à une opératrice semi-automatique.

L'électricien peut surveiller la communication au moyen de sa clé d'écoute ; lorsque la communication est terminée, il donnera la fin à l'opératrice semi-automatique en rompant la connexion.

Si le fil de corps d'une ligne est à la terre ou si les deux fils de ligne sont en court-circuit, le relais de ligne de l'abonné reste attiré. L'électricien demandera comme précédemment le renvoi de la ligne de l'abonné à l'opératrice interurbaine, et abaissera la clé commutatrice de la ligne de renvoi correspondante. Lorsque le dérangement sera trouvé et réparé, l'électri-

Digitized by Google

cien en sera avisé immédiatement par l'allumage de la lampe de la ligne de renvoi, et n'aura plus qu'à remettre au repos la clé commutatrice.

Le fil de test de la ligne renvoi est relié à la terre à travers une résistance de 50 ohms et à travers l'enroulement d'une bobine de test de dérangement. Quand la fiche de la ligne de renvoi sur le multiple est enfoncée dans le jack multiple d'une ligne d'abonné, le relais de coupure COR de cette ligne fonctionne et empêche la ligne d'être reliée au chercheur primaire. En même temps un test de dérangement est appliqué sur les canons des

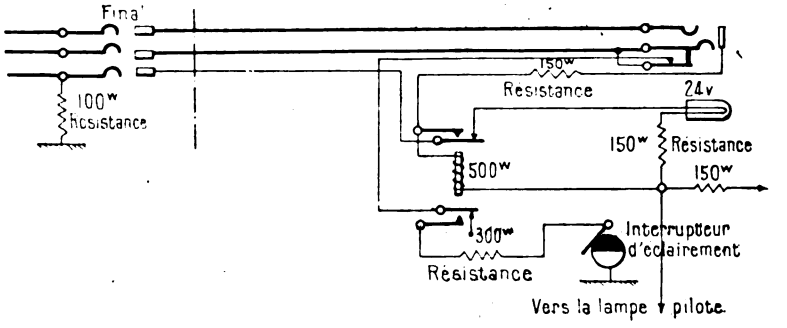


Fig. 18. — Ligne venant du bureau semi-automatique.

jacks multiples de la ligne, ce qui empêche les opératrices interurbaines de prendre cette ligne.

Ligne venant du bureau semi-automatique (fig. 18). — La table d'essais est munie de lignes venant du bureau semi-automatique. Ces lignes sont reliées aux contacts de la même ligne sur les sélecteurs finals d'un même groupe dont on a supprimé les fils de multiplage.

Si une communication est demandée pour l'électricien, l'opératrice semi-automatique appuie sur sa clé numérotée n° 8 des milliers ; ceci allume la lampe d'appel d'une des lignes libres sur la table d'essais. L'électricien répond en enfonçant par exemple la fiche de réponse d'une des paires de cordons dans le jack correspondant à la lampe allumée. Il relie ainsi l'enroulement du relais de 500 ohms (fig. 18) à la terre à travers la résistance de 150 ohms du jack et la résistance de 50 ohms du 3e conducteur de la fiche. Le relais de 500 ohms, en attirant son arma-

Digitized by Google

ture, éteint la lampe et se bloque à travers la résistance de 100 ohms du sélecteur final. Quand l'électricien retire sa fiche, l'interrupteur d'éclairement est relié au fil de corps de la ligne, et par conséquent interrompt périodiquement le courant dans le relais de supervision S_2R, ce qui produit le scintillement de la

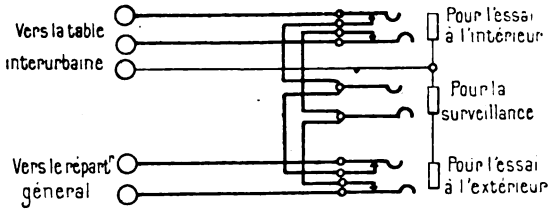


Fig. 19. — Jack d'essai sur les lignes interurbaines.

lampe de supervision. L'opératrice semi-automatique peut rompre la connexion ; le relais de 500 ohms revient alors au repos.

Jacks d'essais sur les lignes interurbaines (fig. 19). — Les lignes interurbaines passant sur la table d'essais, l'électricien peut les essayer soit à l'intérieur, soit à l'extérieur et peut également écouter en surveillant les lignes.

Ligne d'appel d'arrivée (fig. 20). — Ces lignes sont utilisées

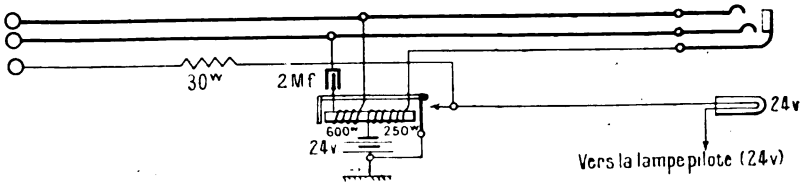


Fig. 20. — Ligne d'appel d'arrivée.

pour recevoir les appels provenant soit des opératrices interurbaines, soit de la surveillante. Chaque ligne est munie d'une lampe d'appel qui est allumée par le fonctionnement d'un relais annonciateur. Lorsqu'on répond, l'armature du relais est attirée et la lampe s'éteint.

Ligne d'appel de départ et ligne de départ vers le semi-automatique (fig. 17). — Ces lignes sont employées par l'électricien pour communiquer directement avec la surveillante ou pour faire communiquer un abonné dont la ligne est renvoyée sur la table d'essais, comme il a été expliqué précédemment.

Digitized by Google

MÉTHODES D'ESSAIS

Tous les essais sont faits avec le circuit d'essais au voltmètre. Un circuit d'essais est prévu pour chaque position de la table d'essais.

La table d'essais peut être reliée soit au répartiteur général, soit au multiple.

Les essais au répartiteur général sont en général de courte durée, ils permettent de localiser les dérangements entre « intérieur » et « extérieur ».

Les essais de plus longue durée sont faits sur les lignes de renvoi.

Les essais les plus communs sont :

1. Isolement ou terre.
2. Continuité.
3. Court-circuit.
4. Mesure de résistance.
5. Essais balistiques.
6. Courants étrangers et potentiels de terre.

1. — Essais d'isolement ou de terre. — Abaisser la clé 1, 2, 3 ou 4 correspondant au cordon employé et la clé de voltmètre 10 ; le côté corps ou négatif de la ligne est ainsi essayé.

Pour essayer le côté pointe, abaisser la clé d'inversion.

Si la perte de la ligne est suffisante, on peut obtenir un signal sonore simplement en abaissant la clé du sounder n° 9 au lieu de la clé n° 10.

Cette méthode d'essais est plus rapide. Il est possible de régler le relais commandant le sounder de façon qu'il agisse aussitôt que la résistance d'isolement de la ligne n'est plus suffisante pour assurer le fonctionnement des organes au bureau

Digitized by Google

semi-automatique, de sorte qu'un essai d'une ligne fait avec la clé de sounder, donnant un résultat négatif, pourra être considéré comme satisfaisant. Il arrive d'ailleurs fréquemment que, grâce à la faible résistance du relais, un contact de résistance élevée ou une terre intermittente sont transformés en une faute plus franche par cette méthode, tandis que l'essai au voltmètre ne transformerait sans doute pas ces fautes de la même manière.

2. — *Essais de continuité.* — Ces essais peuvent être faits de deux façons :

1° Abaisser la clé de voltmètre 10 et la clé de boucle 12, ce qui a pour effet de mettre en série la ligne et le voltmètre avec la pile d'essais sans terre.

2° Abaisser la clé de voltmètre 10 et ensuite la clé de terre 8 ; dans ce cas, la terre est reliée à l'extrémité de la boucle sur la table d'essais. Cet essai doit toujours être précédé d'un essai pour terre pour s'assurer qu'il n'y a pas de terre sur l'une ou l'autre ligne.

3. — *Essais de court-circuits.* — Un court-circuit peut être essayé en reliant la terre à un des fils de ligne au moyen de la clé 8 et en faisant un essai de terre sur l'autre fil au moyen de la clé 10.

4. — *Essais de résistance.* — Une résistance peut être mesurée en la plaçant en série avec un voltmètre de résistance connue et une batterie de voltage connu. La déviation de l'aiguille du voltmètre sera d'autant plus faible que la résistance sera plus grande.

La résistance extérieure sera égale au produit de la résistance du voltmètre par la différence entre le voltage de la pile et la déviation lue pendant l'essai divisée par la déviation, c'est-à-dire :

$$R = V \times \frac{(E - D)}{D}$$

ou :

R = Résistance extérieure.
V = Résistance du voltmètre.
E = Voltage de la pile d'essai.
D = Déviation du voltmètre pendant l'essai.

Digitized by Google

Le voltmètre de la table d'essais a une résistance de 10.000 ohms. Quand la clé de shunt est abaissée, sa résistance effective est réduite à 400 ohms.

Quand on fait des essais de résistance, il est préférable de faire en sorte que les lectures soient faites vers le milieu de l'échelle.

5. — Essais balistiques. — Cet essai sert à déterminer approximativement la capacité de la ligne et des condensateurs qu'elle comporte : il est fait en abaissant la clé de voltmètre 10 et en manœuvrant rapidement la clé d'inversion 6 ; chaque mouvement de cette clé produit une déviation sur le voltmètre.

Le condensateur d'un poste d'abonné donne, dans ces conditions, une déviation à peu près constante, et toute déviation très différente correspond à un dérangement. Il faut tenir compte que si la ligne est très longue ou comprend plus d'un condensateur, la déviation est différente.

Sur les longues lignes, la variation entre une déviation normale et une déviation anormale peut donner une idée de l'endroit où la ligne est ouverte. Sur les lignes courtes, le local (side tone) du récepteur, quand on parle dans le transmetteur, peut donner une idée de la distance à laquelle la ligne est ouverte.

6. — Essais pour déceler les courants étrangers et les potentiels de terre. — Ces essais sont faits en abaissant la clé de coupure de la pile d'essais 13 et la clé de voltmètre 10, et au besoin la clé d'inversion du voltmètre 14. Avant de faire cet essai, il est bon de s'assurer que le voltage extérieur ne dépasse pas l'échelle du voltmètre.

Digitized by Google

LE SERVICE POSTAL, TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

EN ANGLETERRE PENDANT LA GUERRE

En raison de l'état de guerre, des mesures spéciales ont été prises pour assurer l'exécution du service public et l'acheminement des correspondances de l'armée, tout en mettant à la disposition de l'autorité militaire une partie du personnel des Postes et des Télégraphes.

Les renseignements statistiques suivants, extraits du rapport du Postmaster Général, font ressortir l'importance du trafic au cours de la période annuelle finissant au 31 mars 1915.

Postes. — Depuis le début des hostilités, les bureaux importants ne sont plus ouverts que de 8 heures du matin à 8 heures du soir, au lieu de 9, 10 et même 11 heures du soir. Dans beaucoup de localités, la durée d'ouverture a été encore plus réduite. La fermeture complète d'un certain nombre de bureaux urbains a été décidée lorsque d'autres établissements de poste se trouvaient suffisamment rapprochés.

Le nombre des distributions, qui était de 4, 5 ou 7 par jour, fut fixé à trois ou deux dans les villes, et à une seule dans les circonscriptions rurales.

Le nombre des levées de boîtes a été réduit dans les mêmes proportions.

Le service ambulant fut suspendu et le personnel exercé, devenu ainsi disponible, a été réparti dans les bureaux sédentaires.

Télégraphes. — A la fin de juillet 1914, la crise européenne et la déclaration de guerre augmentèrent considérablement le travail du personnel du télégraphe. Des dispositions furent prises

Digitized by Google

pour la transmission rapide des télégrammes militaires, et l'ordre fut donné à tous les bureaux de rester ouverts, jour et nuit, pendant les 48 heures qui suivirent l'ordre de mobilisation.

Le personnel des télégraphes appelé sous les drapeaux a été remplacé par des auxiliaires temporaires, par des fonctionnaires retraités et par des femmes ayant dû démissionner en se mariant.

La substitution du téléphone au sounder rendit de grands services en raison de la pénurie de personnel exercé. Les circuits téléphoniques furent utilisés pour la transmission des télégrammes, lorsque cette mesure pouvait être réalisée sans préjudice pour le service téléphonique. Le téléphone est maintenant substitué au télégraphe dans 7.350 bureaux secondaires.

L'emploi des appareils télégraphiques imprimeurs à grand débit a rendu disponibles un certain nombre de télégraphistes.

L'emploi du Baudot a été généralisé et cet appareil est maintenant utilisé entre Londres et Birmingham, Londres et Liverpool, Londres et Glasgow ; on l'installe actuellement sur la ligne Londres-Brighton. Les appareils Creed sont employés pour la transmission des nouvelles de presse et des expériences ont lieu à Manchester en vue de l'impression des copies supplémentaires. De plus, l'installation du Wheatstone à perforateur alphabétique a permis de diminuer le nombre des employés nécessaires. Avec ce système, on utilise des machines à écrire pour reproduire les messages de presse et privés.

La pénurie de facteurs a causé de sérieuses difficultés pour la distribution des télégrammes. Leur transmission par téléphone a procuré un avantage spécial non seulement pour le service, mais aussi pour le public, plus particulièrement pour les destinataires éloignés du bureau. Cette méthode d'exploitation a été généralisée en ce qui concerne les télégrammes urgents reçus la nuit, ainsi que pour la remise, par poste, des télégrammes parvenus après la clôture du télégraphe.

Les tempêtes qui ont eu lieu pendant l'hiver de 1914-1915 ont occasionné la rupture de nombreux fils télégraphiques aériens, mais, sauf dans l'ouest de l'Irlande, les communications furent assurées par des lignes souterraines.

Digitized by Google

L'appropriation des circuits au télégraphe a été généralisée. Un certain nombre de conducteurs aériens ont été détournés de leur emploi normal pour des besoins militaires, et, dans beaucoup de cas, il n'a été possible d'assurer le service public que par circuits appropriés. On installe entre Londres et Southampton une deuxième communication, qui sera desservie par des appareils Wheatstone automatiques.

Les restrictions imposées dans l'usage des adresses abrégées, pour les télégrammes de départ, ont amené une diminution d'environ 35 °/₀ dans le nombre des nouvelles adresses enregistrées pendant l'année. Le nombre total des adresses enregistrées au 31 mars 1915 était de 81.546 contre 83.632 au 31 mars 1914, soit une diminution d'environ 2,5 °/₀.

Le nombre des bureaux télégraphiques, en activité au 31 mars 1915, était de 14.222 (y compris les bureaux des gares de chemins de fer, etc.) contre 14.152 l'année précédente, soit une augmentation de 70.

Le nombre des télégrammes étrangers transmis ou reçus pendant l'année (à l'exclusion des télégrammes échangés entièrement par les compagnies de câbles) s'éleva à 9.421.000, soit une diminution de 2.050.000.

Télégraphie sans fil. — A la déclaration de guerre, il y avait 2.158 autorisations pour des postes terrestres privés, contre 1.963 au 31 mars 1914. Aucune licence pour des postes nouveaux n'a été accordée depuis; tous les postes existants, sauf quelques-uns réquisitionnés pour le Gouvernement, ont été fermés et, d'une manière générale, les appareils privés ont été confisqués.

A la fin de juillet 1914, il y avait 942 bateaux marchands du Royaume-Uni munis d'appareils de télégraphie sans fil, avec l'autorisation du Postmaster Général, contre 879 au 31 mars 1914. Le nombre des radiotélégrammes ayant transité par les bureaux côtiers du Post-Office, entre le 1er avril et le 31 juillet 1914, s'élevait à 26.145 (21.911 pour l'intérieur et 4.234 pour l'extérieur); ce nombre ne s'éleva qu'à 19.942 pendant la période de l'année précédente, soit une augmentation d'environ 31 °/₀.

Digitized by Google

TÉLÉPHONES. — L'état de guerre a sérieusement affecté le service téléphonique.

L'extension des postes a diminué d'environ 27 °/₀ depuis la déclaration de guerre, tandis que le nombre des abonnés ayant résilié leur contrat a augmenté de 29 °/₀. D'un autre côté, près de 10.000 circuits ont été spécialement affectés aux autorités navales et militaires, ainsi qu'au Gouvernement, pour des besoins divers.

Le nombre des postes téléphoniques en service au 31 mars 1915 (à l'exclusion de ceux mis à la disposition de la Marine et de la Guerre pour un usage temporaire) était de 796.347.

Le Post-Office assure l'entretien de 2.289 appareils appartenant à des abonnés. 815.000.000 de conversations ont été échangées pendant l'année, soit une diminution de 2,3 °/₀ sur les chiffres de l'année précédente. Le nombre moyen des conversations par téléphone fut de 2,97 par jour. Depuis la déclaration de guerre, le trafic local a diminué de 7 °/₀ environ, mais l'augmentation du nombre des conversations interurbaines a été légèrement supérieure à la normale, en raison du grand nombre de conversations urgentes échangées par les autorités militaires et navales.

En ce qui concerne les établissements créés au 31 mars 1915, on compte 3.052 bureaux et 2.136 cabines téléphoniques publiques, soit 231 de plus qu'en 1913-14.

Les travaux d'extension ont permis de relier directement 76 bureaux au réseau général interurbain et de constituer 70 circuits interurbains supplémentaires. 2.614.587 conversations interurbaines furent échangées, soit une augmentation de 6,89 °/₀ par comparaison avec l'année précédente.

En raison de la guerre, la réserve de lignes supplémentaires interurbaines, et plus particulièrement la réserve de nouveaux câbles téléphoniques souterrains, s'est trouvée diminuée. Toutefois, de nouveaux câbles ont été posés et mis en service entre Londres et Guilford, Londres et Slough et entre Sheffield et Barnsley. Les nouveaux câbles Londres-Birmingham, Londres-Brighton, Glasgow-Edinburgh, et Newcastle-Sunderland, mentionnés dans le rapport de l'année dernière, sont à peu près achevés.

Digitized by Google

Un service interurbain accéléré, semblable à celui inauguré l'année dernière entre Liverpool et Manchester, mis en pratique entre Bradford et Leeds, produisit une augmentation sensible du trafic ; la même méthode d'exploitation fut employée sur un grand nombre de petites lignes interurbaines.

Le service anglo-continental a été suspendu depuis le commencement de la guerre.

Des commutateurs automatiques sont actuellement en service au Post-Office Général (Londres), Accrington, Chepotow, Darlington, Epton, Hereford et Newport ; leur fonctionnement est satisfaisant. Des installations semblables sont en cours à Blackburn, Dudlly, Grimsby, Leeds, Paisley et Portsmouth.

Les chiffres suivants montrent l'importance du trafic téléphonique, en ce qui concerne les télégrammes, les lettres-exprès et les lettres ordinaires.

Nature des correspondances	1913-14	1914-15	Variations
Télégrammes.....	6.834.000	7.748.000	augm. 13,4 %
Lettres-exprès....	226.400	191.000	dimin. 15,6 % [1].
Lettres-ordinaires.	6.300	6.700	augm. 6,3 %

Le nombre des télégrammes transmis à l'arrivée, par téléphone, en 1914-15, représente 4,87 % du nombre total des télégrammes reçus : en 1913-14 le pourcentage était de 5,13.

Quant aux lignes téléphoniques privées, les recettes se montent à 6.630.321 fr., contre 7.781.356 fr. en 1913-14 ; la diminution tient à ce que certaines de ces lignes ont été mises temporairement à la disposition des autorités navales et militaires.

Revenus. — Le revenu net pour les télégraphes, en 1914-15, accuse un déficit, pour le Trésor, de 31.481.881 fr. Il faut considérer que les câbles ont été largement employés pour les besoins

(1). Le service de la « remise par exprès » a été suspendu à Londres depuis août 1914.

Digitized by Google

de la guerre, et il n'est pas possible de faire une évaluation à ce dernier point de vue. De plus, l'appel sous les drapeaux des employés du Post-Office entraîna une dépense de 2.491.876 fr.

Le déficit pour les téléphones atteint 2.697.418 fr. pour l'année, le service téléphonique avec le continent ayant été utilisé pour les besoins de la guerre et pour la transmission des messages télégraphiques.

Personnel mobilisé. — Le nombre des agents mis à la disposition de la Guerre ou de la Marine dépasse actuellement 48.000 ; d'autres unités seront rendues prochainement disponibles.

6.000 télégraphistes sont répartis dans les divers corps expéditionnaires ; 3.000 ouvriers sont affectés à la construction et l'entretien des lignes télégraphiques et téléphoniques militaires.

Le personnel du Post-Office fournit aussi la totalité des officiers et hommes des sections postales ; l'effectif est d'environ 4.000 hommes.

Digitized by Google

LE TÉLÉGRAPHE ET LA TRACTION

PAR COURANTS ALTERNATIFS

Par M. Marius LATOUR.

La mise en exploitation de différentes lignes de traction par courants alternatifs, par courants triphasés aussi bien que par courant monophasé, a mis en évidence les inconvénients graves provenant de l'induction provoquée par la ligne de traction sur les lignes télégraphiques voisines.

Le parallélisme entre le fil d'amenée du courant de traction et un fil de télégraphe conduit bientôt, en effet, sur le circuit télégraphique, à une F. E. M. perturbatrice pouvant atteindre plusieurs centaines de volts. On peut réduire cette F. E. M., il est vrai, en développant de place en place des inductions artificielles antagonistes ou en prenant certaines précautions pour l'alimentation du fil d'amenée du courant de traction, mais, même dans ces conditions, la F. E. M. perturbatrice reste généralement assez élevée.

Différentes dispositions ont été proposées au cours de ces dernières années pour permettre l'exploitation d'une ligne télégraphique, avec appareils Morse, malgré la présence d'une F. E. M. alternative perturbatrice importante. L'auteur a proposé en 1912 un système particulièrement simple basé sur les propriétés de la résonance. Ce système a été mis en exploitation sur la compagnie du chemin de fer du Midi avec la collaboration active de MM. Le Boucher et Delpy. Il comprend trois points principaux :

1° Mise en dérivation sur les appareils récepteurs, de préfé-

Digitized by Google

rence avant la clef de manipulation, d'un circuit résonant capable d'éconduire le courant perturbateur, en combinaison avec la mise en série sur les récepteurs d'une impédance déterminée propre à exagérer l'effet de shunt du circuit résonant.

2° Mise en série sur la ligne télégraphique d'une impédance appropriée susceptible de réduire le courant perturbateur et de réserver le passage sans déformation des courants qui transmettent les signaux.

3° Distribution de cette dernière impédance tout le long de la ligne en vue de réduire la différence de potentiel maximum entre le fil de télégraphe et le sol.

I. — Mise en dérivation sur les appareils récepteurs d'un circuit résonant.

Les appareils récepteurs Morse sont shuntés aux deux postes correspondants A et B par des circuits résonants L-C (voir fig. 1) accordés sur la fréquence du courant de traction, soit du courant

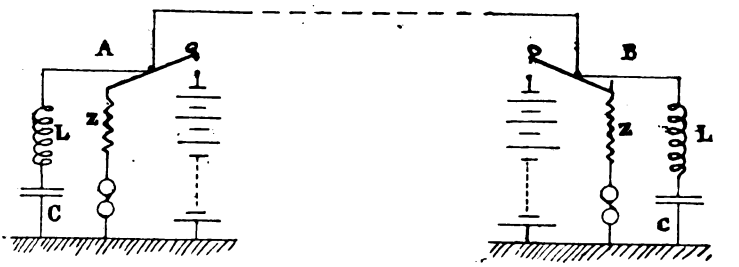


Fig. 1.

perturbateur ; en même temps ces appareils sont montés en série avec une impédance Z. Les dérivations L-C sont branchées avant les clefs de manipulation. De cette façon le circuit du courant perturbateur qui comprend la ligne n'est jamais ouvert par la manipulation à l'un quelconque des postes et il subsiste un état de régime dans lequel le phénomène de la résonance intervient de façon certaine.

Pour la fréquence 16 2/3 qui est la fréquence assez générale-

Digitized by Google

ment choisie pour la traction par courant monophasé dans le cas des grandes puissances (1), nous admettrons une inductance de 50 henrys et une capacité de 2 microfarads.

L'inductance ou bobine de self-induction L est construite avec circuit magnétique en fer. On croyait de différents côtés qu'il était impossible de réaliser utilement la résonance pour des courants de quelques dizaines de milliampères avec une inductance comportant un circuit magnétique en fer; cette façon de voir se trouve même encore exprimée en 1914 dans les Annales allemandes des Postes et Télégraphes. Mais cette opinion, fondée en principe, ne se vérifie pas dans la pratique. S'il est vrai que la perméabilité du fer dans le cas de faibles inductions variables est fonction de l'induction, il n'en est pas moins vrai qu'un léger entrefer suffit déjà à uniformiser suffisamment la réluctance totale du circuit magnétique; les irrégularités dans la perméabilité ne peuvent se traduire tout au plus que par la formation d'une impédance résiduelle correspondant à l'apparition d'harmoniques qui restent sans action sur un récepteur Morse.

On doit dire que, tout au contraire, on sera dans de meilleures conditions de résonance si on emploie un volume de fer suffisant pour que les pertes dans le circuit magnétique par hystérésis et par courants de Foucault soient réduites. Ces pertes viennent s'ajouter en effet aux pertes par effet Joule dans le cuivre de telle façon que pour une inductance effective donnée à obtenir, elles augmentent la résistance ohmique apparente nécessaire.

Avec de bonnes tôles au silicium on arrive facilement à faire une inductance de 50 henrys à faible entrefer très peu encombrante dont la résistance ohmique apparente, pour la fréquence 16 2/3, est de l'ordre de 100 ohms.

La construction d'une bobine de self-induction sans fer de

---

(1). On désigne la fréquence 16 2/3 avec cette précision parce que l'on se réfère par la pensée à des conversions faciles par groupes moteurs-générateurs des fréquences industrielles de 50 et 25 périodes.

$$16\ 2/3 = \frac{50}{3} = \frac{2 \times 25}{3}$$

Digitized by Google

50 henrys ayant une résistance ohmique de cet ordre conduirait à une proposition inacceptable.

En réalité, la fréquence du courant de traction n'est pas rigoureusement constante et on doit prévoir un certain désaccord dans la résonance. Si l'on suppose par exemple que la fréquence varie de $\pm$ 5 % (10 % en tout) l'impédance des circuits L-C peut atteindre 500 ohms en réactance ou en capacitance suivant que la fréquence s'abaisse ou s'élève par rapport à sa valeur moyenne et l'on voit que la résistance ohmique apparente de la bobine aura avec 100 ohms, une importance relative assez faible. Il n'y a donc pas lieu de chercher à réduire cette résistance d'une façon exagérée.

De même que l'on cherche à réaliser des inductances L avec peu de pertes, on doit chercher à réaliser des capacités C donnant lieu à des pertes réduites. Les capacités au mica seront donc particulièrement à recommander.

On exagère l'effet de la mise en dérivation du circuit L-C par la mise en série de l'impédance Z qui augmente l'impédance totale de la branche contenant le récepteur. Cette impédance Z peut être constituée soit par une inductance soit par une résistance ohmique. L'avantage d'une résistance ohmique est de réaliser des effets équivalents et symétriques lorsque le désaccord de la dérivation L-C est provoqué tantôt par une augmentation et tantôt par une diminution de la fréquence, c'est-à-dire lorsque la dérivation L-C a tantôt de la capacitance et tantôt de la réactance.

II. — Mise en série d'une impédance appropriée sur la ligne.

Étant donnée l'importance de la F. E. M. perturbatrice, il y a lieu de réduire la valeur du courant perturbateur à éconduire dans les shunts résonants. On y arrive en intercalant sur la ligne une impédance constituée par une inductance L et une résistance R montées soit en dérivation, soit en série (voir fig. 2 et 3).

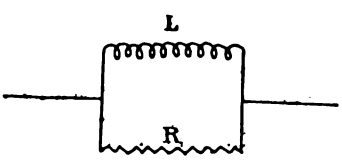


Fig. 2.

Digitized by Google

L'élément résistance est dans tous les cas indispensable pour que la constante de temps de la ligne ne soit pas trop élevée et que les signaux de Morse se détachent bien.

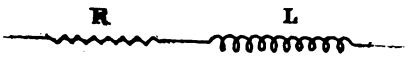


Fig. 3.

On peut faire intervenir la résonance d'une nouvelle façon pour offrir une grande impédance au passage du courant perturbateur. C'est dans ce sens que nous avons réalisé avec M. Bethenod une impédance constituée par une inductance L et une capacité C montées en dérivation (voir fig. 4). Si on règle, en particulier, cet ensemble à la résonance (en faisant par exemple L = 50 henrys et C = 2 micros pour la fréquence 16 2/3) on réalise théoriquement une impédance égale à la réactance de l'inductance (5.000 ohms) multipliée par le rapport de cette réactance à la résistance de la bobine (soit $5.000 \times \frac{5.000}{100} = 250.000$ ohms). Pratiquement on obtient une impédance très grande. On désigne parfois l'ensemble représenté par la figure 4 sous le nom de « *bouchon* ». L'inductance L est construite dans les mêmes conditions que celle prévue pour les shunts résonants.

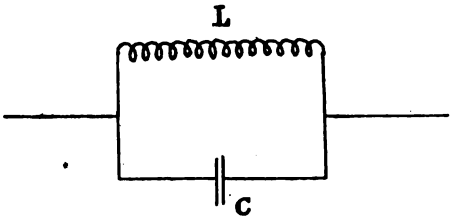


Fig. 4.

En dehors de l'accord, le système présente une impédance plus faible qui est de la réactance si la fréquence est trop basse et de la capacitance si la fréquence est trop élevée.

Pour maintenir la constante de temps de la ligne à un taux convenable, on doit mettre encore une résistance R en série avec le bouchon ainsi que le représente la figure 5.

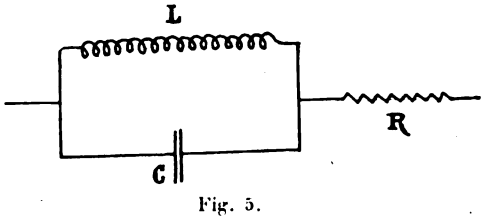


Fig. 5.

Digitized by Google

Dans le montage complet avec shunts résonants aux postes A et B et bouchon intercalaire en D (voir fig. 6) la résistance R se trouve déjà très simplement disposée en série avec le Morse où elle remplit déjà la fonction de l'impédance Z prévue dans la figure 1.

En réalité, si on se reporte à la figure 6, on voit que le courant perturbateur qui peut se fermer par défaut d'isolement de la ligne

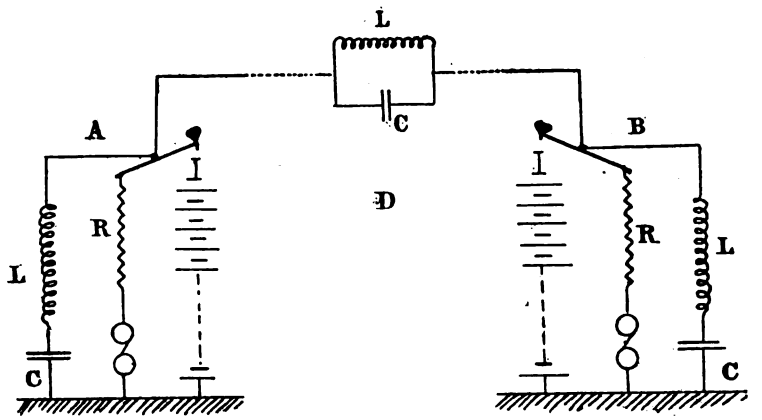


Fig. 6.

entre le poste A et le point intercalaire D traverse le poste A sans être arrêté par le bouchon et que de même le courant de charge de la ligne qui tient à ce que le fil télégraphique et le fil parallèle d'amenée du courant de traction constituent les deux armatures d'un condensateur chargé à la différence de potentiel du fil de traction par rapport au sol, circule à travers le poste A sans être arrêté par le bouchon. Il en résulte que pour exploiter d'une façon absolue les propriétés des bouchons, chaque poste devrait être immédiatement protégé à son entrée par un bouchon. Mais cette question de l'utilisation d'un bouchon à l'entrée de chaque poste soulève celle de la mise en série des bouchons.

Or, un inconvénient des bouchons est qu'on ne peut pas sans autre précaution les monter en série. Imaginons en effet que deux bouchons ne soient pas identiquement accordés l'un comme

Digitized by Google

l'autre, que l'un soit accordé sur la fréquence f_1 par exemple tandis que l'autre l'est sur la fréquence très voisine mais différente f_2. Pour une fréquence intermédiaire entre f_1 et f_2 qui sera trop élevée pour l'un d'eux et trop basse pour l'autre, l'un des bouchons se comportera comme une capacité, c'est-à-dire aura de la capacitance, et l'autre se comportera comme une inductance, c'est-à-dire aura de la réactance. Il pourra alors arriver que la mise en série des deux bouchons donne lieu à une véritable réso-

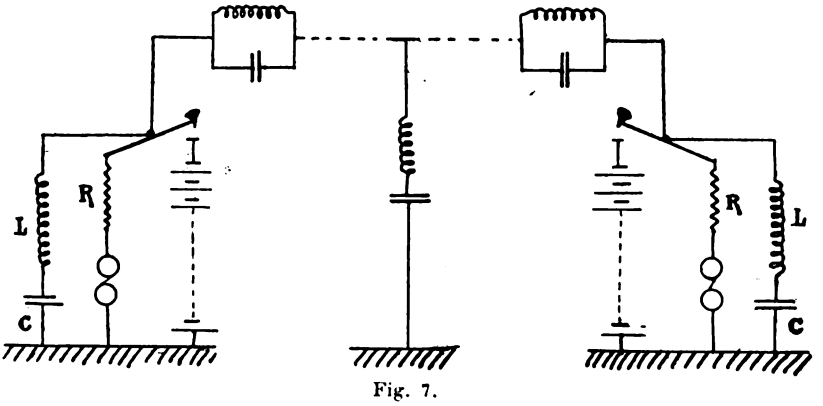


Fig. 7.

nance et alors qu'on s'attendait à établir une impédance infinie, on aura établi un court-circuit.

Remarquons d'ailleurs que par un raisonnement analogue on pourrait démontrer qu'il est impossible de mettre en parallèle deux shunts résonants : la mise en parallèle de deux shunts résonants qui ne sont pas identiques peut conduire à l'obtention inattendue d'une dérivation de grande impédance.

Nous disposerons un bouchon à l'entrée de chaque poste en mettant un shunt résonant intercalaire de façon à ce que les bouchons travaillent indépendamment, c'est ce que représente la figure 7 qui représente un montage de protection particulièrement efficace.

Nous avons également proposé de réaliser l'impédance Z de la figure 1 sous la forme d'un bouchon plus ou moins parfaitement accordé. Dans ce cas, la résistance R doit être reportée sur la ligne et on aboutit au montage représenté par la figure 8.

Digitized by Google

La résistance R limite l'intensité du courant perturbateur et conserve à la constante de temps du circuit télégraphique une valeur convenable pour la transmission des signaux.

L'application simultanée des shunts résonants et des bouchons n'a pas été faite d'une façon générale, mais elle permettrait de reporter très loin les limites de la protection et il n'est pas exagéré de dire que l'on pourrait avec cette application simultanée

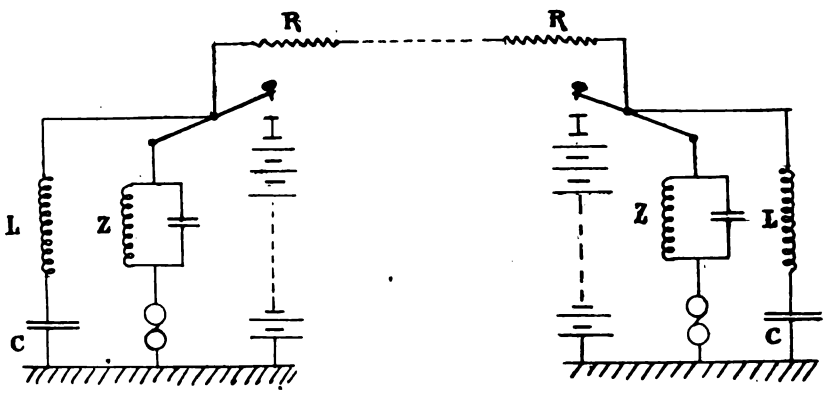


Fig. 8.

arriver à s'accommoder de la présence d'une F. E. M. perturbatrice de l'ordre de 500 volts avec une pile de 100 volts.

III. — Distribution de l'impédance le long de la ligne.

On doit enfin chercher à réduire la tension entre les fils de télégraphe et le sol pour que, au cours des réparations de la ligne, les fils de télégraphe puissent être manipulés sans danger. La méthode qui permet d'arriver à ce résultat consiste à distribuer le long de la ligne l'impédance qui limite l'intensité du courant perturbateur. On réalisera par exemple une impédance de 10.000 ohms en 5 fractions successives de 2.000 ohms. Dans ces conditions, la tension induite est pour ainsi dire consommée par la chute de tension dans l'impédance au fur et à mesure qu'elle se développe le long de la ligne.

Si l'induction le long de la ligne se développait d'une façon

Digitized by Google

uniforme et si l'impédance était uniformément distribuée, on arriverait à disposer d'un fil dont tous les points se maintiendraient au même potentiel.

Dans le cas particulier où l'impédance est réalisée par une série de bouchons disposés de distance en distance, on utilisera des déchargeurs intercalaires par circuits résonants comme représenté sur la figure 7.

Le système de protection basé purement et simplement sur les propriétés de la résonance n'a été appliqué jusqu'à présent que sur des lignes travaillant avec des appareils Morse.

L'efficacité en serait certainement plus discutable pour des appareils Hughes et Baudot. On peut cependant prévoir qu'il serait encore d'un véritable secours.

Digitized by Google

APPLICATION DU DUPLEX AU SYSTÈME BAUDOT

Par M. MERCY,

Commis Principal au Poste Central Télégraphique de Paris.

Avantages. — Comme tous les systèmes de télégraphie, le Baudot peut s'adapter à la méthode de transmission duplex. Il semble *a priori* que ce système puisse se passer d'un tel moyen, puisqu'il donne la faculté de desservir une ligne par 2, 3, 4 ou 6 secteurs ; cependant, sur les lignes à forte capacité électrostatique, le montage en duplex fait disparaître l'inconvénient d'un temps de propagation trop considérable, qui diminue proportionnellement le nombre des secteurs utilisables. C'est pour cette raison que, sur les lignes souterraines ou sous-marines, non duplexées, on recourt à l'emploi de deux conducteurs, chacun étant affecté à la transmission dans un sens déterminé et toujours le même. Avec le duplexage, un double à 12 contacts donnera le même rendement qu'un quadruple à 24 contacts non duplexé, mais on enverra seulement 12 émissions, au maximum, sur le câble pendant une révolution des balais. C'est là un point très important quand il s'agit de lignes à forte capacité électrostatique, car le nombre d'émissions, qu'on peut lancer sur un conducteur de l'espèce dans un temps donné, se trouve rapidement limité.

C'est donc sur cette sorte de lignes que le système duplex devait tout d'abord trouver son application. Cependant, au contraire, ce sont des lignes aériennes, desservies par des installations à un ou deux secteurs, qui ont été duplexées les premières en France. On peut citer, par exemple, la ligne Paris-Nantes,

Digitized by Google

qui était encore exploitée, en 1887, au Baudot simple duplexé et le double duplex qui a desservi pendant très longtemps la ligne Marseille-Toulon.

La faculté d'augmenter le rendement de la communication, par l'accroissement du nombre des secteurs du distributeur, fit abandonner l'exploitation en duplex. Ce n'est que depuis trois ou quatre années que ce mode de transmission a été remis en usage, en Angleterre, sur des câbles anglo-allemands et anglo-belges, ou sur des lignes souterraines, puis, plus récemment, en France, sur les câbles anglo-français et sur ceux de Marseille à Alger.

Câbles anglo-français.

Les communications entre Londres et Paris, desservies jusqu'ici au Baudot ordinaire et employant les câbles du Havre ou du cap d'Antifer, sont constituées par deux conducteurs affectés en permanence à la transmission dans un seul sens, et reliés

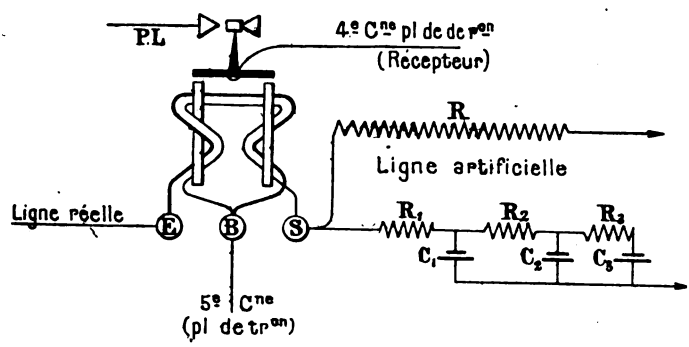


Fig. 1.

chacun à une installation Baudot à deux secteurs. L'emploi du duplex a pour conséquence la suppression d'un des deux fils, l'autre servant simultanément pour les deux installations de chaque station.

Dispositif et fonctionnement. — Le duplexage est opéré par la méthode différentielle ; dans chaque station (fig. 1) le massif du relais est relié à l'appareil récepteur et la bifurcation à la 5e couronne du plateau de transmission. A la borne E du relais

Digitized by Google

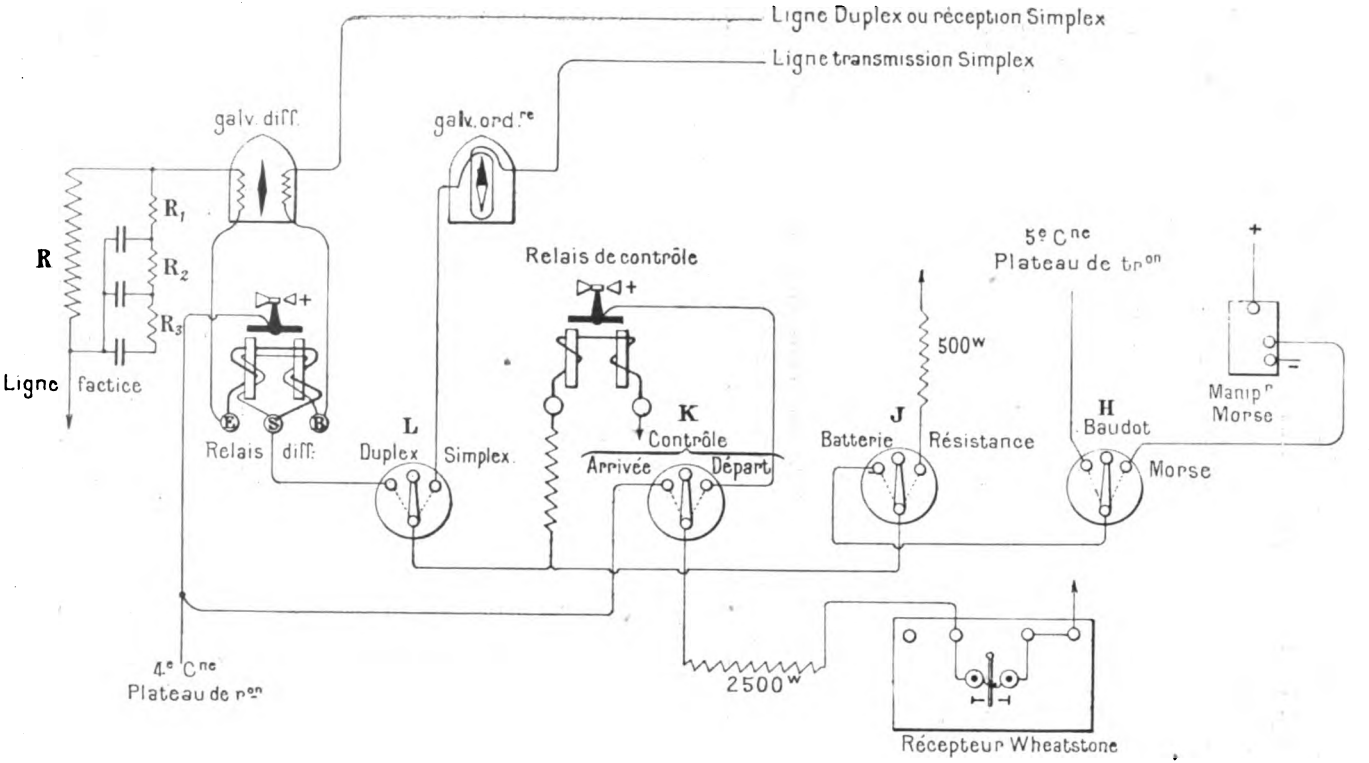


Fig. 2.

Digitized by Google

différentiel aboutit le fil de ligne, tandis que la borne S est en relation avec la ligne artificielle. Celle-ci, en principe, est constituée de façon à reproduire aussi fidèlement que possible les constantes de la ligne réelle. Mais, dans l'espèce, l'agencement de la ligne artificielle n'exige pas une telle perfection, parce que la ligne réelle est relativement courte; elle est composée d'un câble de 115 km. (Dieppe à Beachy-Head) inclus entre deux conducteurs aériens (Beachy-Head à Londres et Dieppe à Paris) ayant respectivement 104 et 160 km. Aussi la ligne artificielle comprend-elle simplement une résistance ohmique, R, sur l'entrée de laquelle est branchée une dérivation formée par trois condensateurs, C^1, C^2, C^3, réglés par des rhéostats, R^1, R^2, R^3.

Balance. — Le réglage de l'équilibre des deux lignes, au point de vue des résistances, s'effectue en envoyant un courant prolongé par la bifurcation du relais différentiel, le poste correspondant ayant mis à la terre, à travers une résistance équivalente à celle d'une de ses piles de ligne. On fait varier les résistances de la ligne artificielle jusqu'à ce que l'immobilité de l'aiguille au zéro du galvanomètre différentiel (fig. 2) soit obtenue. Les émissions sont effectuées au moyen d'un manipulateur Morse à deux courants.

L'équilibre des capacités se règle par des inversions de courant ou par des émissions brèves, l'inégalité des capacités se manifestant, pendant les périodes de charge ou de décharge des circuits.

A l'aide des indications du galvanomètre différentiel, on établit par tâtonnements les valeurs à donner aux condensateurs C^1, C^2, C^3, pour obtenir l'équilibre, en remarquant que l'effet d'une variation de capacité est d'autant plus accentué que le condensateur sur lequel on opère est plus rapproché de l'origine de la ligne artificielle.

Lorsqu'on a réussi à réaliser une balance approchée, on parfait le réglage en faisant varier le temps de charge et de décharge des condensateurs. Dans ce but, chaque condensateur est précédé d'un rhéostat, R^1, R^2, R^3 (fig. 2) à résistance variable. La manœuvre est facilitée par le commutateur K, qui permet de

Digitized by Google

prendre, dans un récepteur Wheatstone, le contrôle des émissions du relais différentiel.

Un autre procédé de réglage des capacités consiste à faire tourner le distributeur et à envoyer, par un clavier Baudot, la lettre T (combinaison formée d'émissions alternativement négatives et positives). Si la lettre sort correctement dans le secteur correspondant du même poste, ceci indique que l'intensité du courant croît plus rapidement dans l'enroulement relié à la ligne artificielle que dans celui de la ligne réelle ; il faut donc diminuer la capacité de la première. Si on recevait G, au lieu de T, c'est-à-dire l'inverse de la combinaison envoyée, il faudrait en conclure que les courants de départ passent avec une intensité prépondérante dans le circuit de la ligne réelle au moment de la charge et que, par conséquent, la capacité de la ligne artificielle est trop faible.

D'après ces indications, on agit sur les capacités jusqu'à ce que le relais ne soit plus influencé par les courants de départ, c'est-à-dire jusqu'à ce que les traducteurs de réception n'enregistrent plus aucun signal (cas de l'index sur butoir de repos), ou impriment en permanence la lettre P (cas de l'index sur butoir de travail).

Installation. — Dans chaque station, le dispositif comporte, outre les organes de la ligne artificielle, un distributeur à deux plateaux, deux manipulateurs Baudot, quatre traducteurs, un relais différentiel, un relais ordinaire pour le contrôle de la transmission, plus des commutateurs H, J, K, L (fig. 2) permettant : de transmettre ou de recevoir au Baudot ou au Morse ; de substituer, pour l'établissement de la balance du poste correspondant, une résistance de 500 ohms à la pile de ligne ; de prendre le contrôle des courants au départ ou à l'arrivée ; enfin, de travailler en duplex ou en simplex.

Les deux plateaux du distributeur peuvent être montés sur le même socle-moteur. Ils ne comportent que 12 contacts, par suite de la suppression des contacts de propagation.

Londres est poste correcteur ; il émet les courants de correction par les contacts 11 et 12 de la deuxième couronne de son

Digitized by Google

plateau de transmission ; Paris envoie également des courants de travail et de repos par les contacts 11 et 12 de la couronne de même numéro, mais ces courants n'ont aucun effet au point de vue du synchronisme, parce que Londres n'a pas d'électro-correcteur en circuit. Ces deux courants permettent à Londres de s'assurer, au moyen d'un Morse, de l'arrivée des émissions du poste corrigé lorsque celui-ci ne transmet pas. Les deuxième et cinquième couronnes du plateau affecté à la réception restent inutilisées. Lorsque doit s'effectuer le service en « simple », la bifurcation du relais différentiel est isolée au moyen du commutateur L, et la ligne de transmission est rattachée à la cinquième couronne du plateau de transmission.

Orientation. — L'orientation s'opère comme dans les postes ordinaires ; Paris, poste corrigé, dispose ses plateaux de telle façon que les contacts de même numéro soient parcourus simultanément par les balais, et fixe la position de son contact mobile, relié à l'électro-correcteur, à la distance voulue de ses contacts de réception. Quant à Londres, poste correcteur, il s'oriente à l'aide du courant de travail envoyé par la troisième touche d'un des manipulateurs du poste corrigé.

Conclusion. — D'après les essais qui se sont poursuivis jusqu'à présent, les réglages de la balance sont généralement assez stables pour permettre d'assurer un service très satisfaisant. Cette constatation a d'ailleurs déjà déterminé la mise en action de plusieurs doubles Baudot duplex et même d'un triple duplex.

Câbles Marseille-Alger.

L'accroissement rapide et incessant du trafic télégraphique, entre l'Algérie et la Métropole, ayant rendu insuffisants les trois câbles de Marseille à Alger, desservis au Baudot double ou triple, il a fallu, tout à la fois, recourir à la pose d'un nouveau câble et rechercher des moyens propres à augmenter le rendement des conducteurs existants.

La substitution du Baudot au Recorder, grâce aux dispositifs de Pierre Picard, avait déjà accru considérablement le rende-

Digitized by Google

ment des lignes et accéléré, d'une façon incomparable, l'acheminement des correspondances.

Suivant l'état d'isolement des conducteurs, on utilisait, entre Marseille et Alger, le Baudot double ou le Baudot triple. Il ne restait plus qu'à tenter le duplexage des communications ; c'est dans ce but que l'Administration Française a fait procéder, il y a deux ans déjà, à des essais de transmission duplex.

Le problème était plus difficile à résoudre que celui qui s'était posé pour le duplexage des câbles de la Manche, non seulement parce que les conducteurs sont beaucoup plus longs (930 km. au lieu de 120), mais aussi en raison du faible isolement de certains d'entre eux.

L'établissement d'une ligne factice, aussi semblable que possible à la ligne réelle, était aussi une condition primordiale; en effet, en raison de la très grande sensibilité du relais de P. Picard, il était à prévoir que cet appareil serait soumis à l'action des courants de départ au moindre déséquilibre.

Le duplex, il est vrai, a pu être réalisé dans de bonnes conditions de fonctionnement sur des câbles desservis par des récepteurs extrêmement sensibles, tels que le Thomson et le Recorder. Mais ces systèmes utilisent des signaux dérivés du code Morse, dont les éléments se confondent rarement au point qu'ils soient indiscernables.

Il n'en est plus de même pour le Baudot, dont les signaux sont différenciés par leur moment d'apparition : les déformations risquent de déterminer l'impression d'une lettre pour une autre.

On verra plus loin par quel artifice il a été possible d'éviter la perturbation du fonctionnement du relais, occasionnée par les courants de départ, même lorsque l'équilibre des lignes n'atteint pas la précision nécessaire.

L'existence d'une portion de ligne souterraine entre la guérite d'atterrissement des câbles, au Roucas, et le bureau de Marseille Central, présentait encore une complication d'autant plus gênante que le conducteur souterrain pouvait être influencé par le voisinage d'autres conducteurs et la proximité d'une ligne de traction électrique.

Digitized by Google

En dépit de ces multiples difficultés, et grâce à une soigneuse étude de la question, la balance du câble 1880 a été rapidement établie et a permis de travailler en duplex, avec une installation Baudot double, sans aucune réduction de la vitesse de transmission.

AGENCEMENT DU DISPOSITIF. — La méthode employée est celle du pont de Wheatstone ; la figure 3 en donne un schéma détaillé.

La ligne factice est constituée par plusieurs boîtes de résistances inductives, établies selon le système Muirhead, et l'action de cet organe peut être modifiée à volonté en vue de l'équilibre à obtenir. Ainsi, la ligne souterraine du central télégraphique de Marseille, au point d'atterrissement du câble, ayant un rapport $\frac{C}{R}$ très différent de celui du conducteur sous-marin, les sections de la première boîte ont été agencées de manière à présenter un rapport équivalent.

Pour atténuer l'inconvénient d'une durée trop longue des périodes de charge et de décharge du câble, une forte self a été placée en dérivation sur les deux extrémités de la diagonale. Cette dérivation existait déjà d'ailleurs avant l'utilisation du duplex.

L'installation Baudot à deux secteurs, qui servait à l'alternat en simple, n'a subi aucune modification. On sait que le distributeur comporte deux plateaux à 10 contacts (1) affectés l'un à la transmission, l'autre à la réception. Il a suffi de relier en permanence la cinquième couronne du plateau de transmission avec la bifurcation des branches de proportion et de laisser le relais en communication avec le câble.

RÉGLAGE DE LA BALANCE. — Le correspondant relie à la terre la bifurcation des branches de proportion; le poste qui règle envoie, au moyen de ses manipulateurs Baudot, une combinai-

(1). Au Baudot-Picard, il n'y a pas de courants correcteurs; la correction est déterminée par un dispositif spécial mis en action par les inversions de sens des courants, inversions qui se produisent fatalement aussi bien pendant la transmission que pendant les périodes d'inactivité des secteurs.

Digitized by Google

son formée par l'abaissement de la troisième touche de chacun des claviers, ce qui correspond à la succession de courants ci-dessous : — + — + — — + — + —.

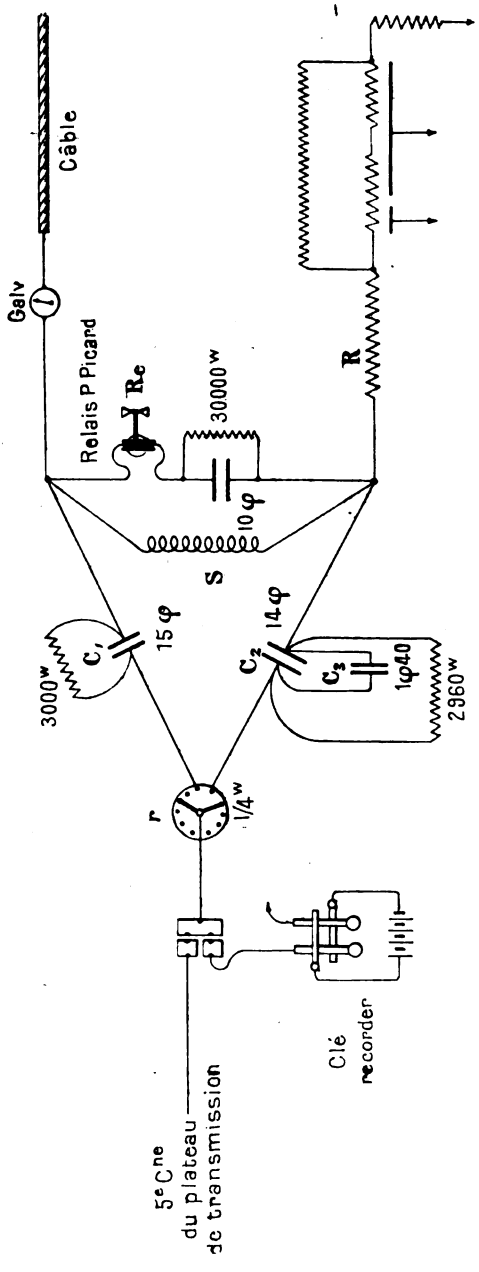


Fig. 3.

Ces émissions se répètent d'une façon identique à chaque révolution des balais du distributeur et agissent au départ sur le relais de câble ; des courants locaux sont renvoyés par ce dernier appareil dans un relais Baudot, qui reproduit ainsi les combinaisons enregistrées par le relais de câble.

Si les émissions de départ circulent dans la diagonale, dans le sens qu'elles auraient si un courant de même signe parcourait la ligne réelle à ce moment, l'index du relais Baudot fait entendre un bruit régulier, analogue à celui qui proviendrait de la répétition du signal Morse représenta nt la lettre *i* (.. .. ..). Au contraire, si les courants de départ traversent la diagonale en sens inverse,

Digitized by Google

le bruit de l'index du relais est différent et ressemble à celui des signaux Morse point et trait alternés. (. — . — . — . — .).

On peut aussi recevoir ces signaux dans un récepteur Wheatstone.

En s'aidant de ces indications, on fait varier soit les résistances du rhéostat *r* (quart d'ohm), soit la valeur de la résistance R, soit encore la capacité du condensateur auxiliaire C_3 (fig. 3) jusqu'à ce que le bruit du relais soit bien rythmé, mais aussi faible que possible, et que la plus légère modification d'un des trois organes d'équilibre précités amène la disparition du rythme, c'est-à-dire l'inversion des courants dans la diagonale. Lorsque cette mise au point est opérée, il est rare qu'on ait à retoucher au réglage. Néanmoins, on le vérifie en expédiant la même combinaison d'essai des deux stations à la fois. Si le réglage est bon, le relais donne un bruit bien rythmé et très pur, même quand le synchronisme n'est pas encore établi entre les distributeurs : dans le cas contraire, on perçoit une sorte de roulement intermittent et périodique produit par l'action simultanée des courants de départ; le réglage doit alors être révisé.

Enfin on met la réception à l'abri des petites imperfections du réglage ou des variations éventuelles de l'équilibre, en orientant le plateau de réception par rapport à celui de transmission, de façon telle que les inversions de courant au départ ne se produisent pas au moment où l'index du relais de câble va passer d'un butoir à l'autre, sous l'influence du courant du poste correspondant, mais seulement lorsque l'appui de l'index est bien assuré dans sa nouvelle position.

Conclusion. — Le câble 1880, sur lequel le système duplex est définitivement installé depuis juin 1914, a fourni un service excellent et quotidien. La balance établie au début n'a subi que de faibles modifications et les réglages ont été brefs et faciles ; les réglages au double duplex sont plus rapides et moins délicats que ceux du Baudot triple ordinaire.

Ce premier succès déterminera sans doute l'Administration à étendre à d'autres câbles franco-algériens l'emploi du Baudot duplex. Des essais ont été entrepris tout récemment, au Baudot

Digitized by Google

triple, sur le câble 1880 : les deux secteurs supplémentaires ainsi obtenus ont été affectés à deux communications Paris-Constantine, en retransmission à Alger. Les excellents résultats constatés jusqu'à ce jour permettent d'espérer que cette installation pourra être maintenue.

Digitized by Google

AUGMENTATION DE LA
portée des communications téléphoniques
AU MOYEN DES RELAIS

(*Post Office Electrical Engineers Journal*, avril 1916).

Un nombre considérable d'expériences relatives aux relais téléphoniques ont été faites en Angleterre. Il y a plusieurs types de relais qui sont actuellement à l'étude. Deux de ces types méritent une mention spéciale.

I. Relais mécanique. — Il consiste dans la combinaison d'un récepteur et d'un microphone amplificateur, placés en un point intermédiaire de la ligne. Le récepteur agit sur la partie mobile du transmetteur, ce dernier étant agencé de façon à augmenter les sons reçus au moyen d'un dispositif convenable, exemple relais Shreeve, relais Brown.

Ce type de relais, dans les meilleures conditions, est capable d'amplifier la parole reçue à un degré équivalent à l'affaiblissement 3. La netteté de la parole est suffisante au point de vue commercial. Comme il va être expliqué, cette augmentation est cependant dans la pratique beaucoup moindre que 3.

Plusieurs réalisations de relais mécaniques ont été faites. On a, cependant, éprouvé des difficultés à obtenir des relais fonctionnant dans les deux sens.

Dans ce but, deux méthodes principales ont été essayées.

La première est basée sur l'équilibrage des lignes de chaque côté des relais ; la deuxième comporte l'usage d'un commutateur automatique.

Digitized by Google

Le système à équilibrage rend le fonctionnement du relais beaucoup plus stable, mais l'amplification obtenue est sensiblement plus petite que celle que nous avons donnée plus haut (elle ne dépasse quelquefois pas la moitié) étant donné l'affaiblissement du dispositif servant à l'équilibrage. Si celui-ci n'est pas suffisant, le relais siffle. Le système à commutateur fait que la communication peut être interrompue par les perturbations de la ligne, qui sont capables d'actionner le commutateur ; ce système n'est cependant pas sujet à sifflement.

A l'heure actuelle, des expériences ont été faites dans le but de vaincre ces difficultés, mais le relais demande encore une attention toute spéciale et n'est pas encore sorti du laboratoire.

II. Lampes a vide. — L'amplification obtenue par ce système correspond approximativement à celle du précédent ; ses avantages et désavantages principaux par rapport au relais mécanique sont les suivants :

1° L'absence d'inertie dans le circuit de conversation, d'où il résulte une articulation meilleure.

2° L'absence de réglage mécanique.

Le principal désavantage est la nécessité de se servir de hauts voltages : 200 à 240 volts. L'expérience acquise, à l'heure actuelle, en Angleterre, n'est pas encore suffisante pour pouvoir en faire une critique détaillée ; la lampe est cependant essayée par l'Administration anglaise.

La conclusion générale, en ce qui concerne la position du relais téléphonique en Angleterre, est que, bien qu'il donne satisfaction sur les lignes aériennes dans des conditions favorables, il ne permet plus l'exploitation dans les cas de mauvais temps, alors que la ligne ne serait pas inutilisable autrement.

Dans le cas de circuits souterrains, on rencontre un champ d'action plus favorable, car les circuits sont beaucoup plus stables et moins sujets aux perturbations ; on n'a cependant pas actuellement de circuit souterrain d'une longueur suffisante pour l'utilisation de ce système.

Au moment où nous écrivons ceci, nous n'avons pas encore eu la possibilité d'essayer le montage de M. Van Kesteren.

Digitized by Google

Frais d'exploitation des centraux téléphoniques

AUTOMATIQUES ET MANUELS

Par M. John HESKETH,

Ingénieur en chef du Post Office australien.

Ayant entrepris, en 1904, puis en 1912, un voyage dans les différents pays du monde, pour y étudier les derniers perfectionnements réalisés en téléphonie et en télégraphie, j'ai été à même de comparer un nombre considérable d'installations. J'ai pu ainsi acquérir la conviction qu'avec le temps, le système téléphonique automatique finirait par supplanter le système manuel dans les grands réseaux, et que les frais d'exploitation annuels, déduction faite des intérêts et de l'amortissement, se trouveraient en même temps réduits. C'est à la suite de cette étude que j'ai préconisé l'installation d'un Central automatique à Geelong, petit réseau isolé, qui, vu son peu d'importance, constituait à mon avis l'épreuve la plus dure à laquelle on pouvait soumettre le système. Les résultats obtenus ont pleinement confirmé mes prévisions; si l'on met en parallèle les frais d'exploitation de ce réseau avec ceux de deux centraux manuels, de même importance et placés dans les mêmes conditions de trafic, on constate une économie de près de 10 % en faveur du réseau de Geelong.

Pour établir une estimation, on peut prendre comme base un nombre moyen de 10 communications quotidiennes par ligne. Le 24 août 1915, ce nombre, dans le réseau urbain de Sydney, s'élevait à 10,7, et, dans l'ensemble du réseau, à 6,8; si donc j'ai

Digitized by Google

pris le chiffre 10 comme nombre représentatif des communications par abonné d'un central urbain de 5 000 lignes, on admettra que je n'ai rien exagéré. J'ai supposé aussi que le nombre des communications, pendant l'heure la plus chargée de la journée, pouvait être fixé au huitième des communications quotidiennes.

Pour favoriser le système manuel, j'ai supposé que la charge maximum de travail par opératrice A (groupe de départ) était de 225 communications pour l'heure la plus chargée, et de 400 communications pour une téléphoniste B. Le rapport du nombre de communications pendant l'heure la plus chargée, et le trafic total, à Sydney et à Melbourne, est, en ce moment, d'environ 1/1,6. Je n'envisage pas, dans mon estimation, les dépenses de construction de lignes, qui sont les mêmes, quel que soit le système, automatique ou manuel. Je n'y ai pas fait entrer non plus les frais d'administration, mon intention étant seulement de montrer l'économie qui résulte de l'emploi des commutateurs automatiques. Cependant, j'ai jugé utile d'y comprendre les charges d'intérêt, d'amortissement et de dépréciation ; et j'ajoute que mes données représentent bien le résultat de l'expérience.

Les frais de premier établissement, pour un réseau de 5 000 lignes, peuvent être évalués de la manière suivante :

	Automatique.	Manuel.
	Fr.	Fr.
Locaux	116 880	163 145
Équipement du Central	1 095 750	517 435
Installation des postes d'abonnés	517 435	334 815
Totaux	1 730 065	1 015 395

Les dépenses se rapportant aux locaux sont naturellement plus élevées pour le central manuel, étant donné qu'il faut considérablement plus d'espace pour le personnel (salles de réfectoires, vestiaires, etc.) ; la rubrique « Équipement du Central » comprend les frais d'installation dans les deux cas. Les chiffres s'appuient sur des données certaines, représentant ce qui a été réellement fait en Australie. Voici quels seraient les frais de premier établissement d'un réseau de 10 000 lignes :

Digitized by Google

	Automatique.	Manuel.
	Fr.	Fr.
Locaux	231 325	292 200
Equipement du Central	2 191 500	1 156 625
Installation des postes d'abonnés	1 034 875	669 675
Totaux	3 457 700	2 118 500

Il résulte de ces chiffres que le prix de revient par ligne, pour le commutateur manuel, augmente avec l'importance du meuble lui-même. Les frais d'entretien sont les suivants :

Réseau de 5 000 lignes.

	Automatique.	Manuel.
Entretien des installations du Central	97 400	109 575
Entretien des installations d'abonnés	59 170	54 790
Frais d'opération	8 035	243 500
Entretien des locaux	975	1 365
Dépréciation et intérêts :		
Installation du Central	100 735	47 555
Installations d'abonnés	74 000	47 895
Immeubles	5 450	7 595
	345 765	512 275
Approximativement par ligne	69,15	102,50

Différence annuelle, par ligne, en faveur de l'automatique : 33 fr. 55.

Réseau de 10 000 lignes.

	Automatique.	Manuel.
	Fr.	Fr.
Entretien des installations du Central	194 800	219 150
Entretien des installations d'abonnés	118 340	109 575
Frais d'opération	11 855	481 300
Entretien des locaux	1 950	2 435
Dépréciation et intérêts :		
Installation du Central	201 470	106 310
Installations d'abonnés	148 000	95 715
Immeubles	10 780	13 610
	687 195	1 028 095
Approximativement par ligne :	68 70	102 80

Différence annuelle, par ligne, en faveur de l'automatique : 34 fr. 10.

Les frais d'entretien des postes d'abonnés seraient les mêmes dans chaque cas, si, dans le système automatique, le poste

Digitized by Google

d'abonné n'était pas muni d'un cadran pour l'appel. Sous tous les autres rapports, les deux appareils sont identiques et, par conséquent, la seule différence à envisager repose sur les frais d'entretien de ce cadran. En ce qui concerne les dépenses d'entretien des bâtiments, j'ai pris les chiffres fournis par le Département de l'Intérieur. Dans ces deux comparaisons, j'ai donné des évaluations modérées, car j'ai la conviction que les différences constatées représentent le minimum qu'on puisse espérer. Certaines des Compagnies automatiques prétendent que leurs dépenses d'entretien des locaux peuvent être réduites de moitié ; je n'ai pas accepté ce chiffre ; j'ai fait mes calculs en m'appuyant sur les résultats de l'expérience australienne, et j'estime que la réduction qu'on peut attendre sur le chapitre des locaux est de 25 °/₀ environ.

J'ai admis que la durée des deux systèmes était la même. Cette supposition est encore en faveur du système manuel, parce que je pense que le système automatique est plus durable. A ce sujet, je puis me référer à une publication faite par la Compagnie « Automatic Electric », de Chicago, qui déclare que le téléphone automatique aura une durée considérablement plus longue que le téléphone manuel ; cependant je ne suis pas d'avis que la différence entre les deux sera de dix années, comme certains constructeurs l'affirment. Étant donné que l'expérience ne nous a pas encore fourni de précisions sur ce point, la plus sage pour nous est de supposer que la durée des deux systèmes est la même.

En 1911, un groupe d'ingénieurs anglais s'est rendu en Amérique, pour s'informer des frais d'installation d'un réseau automatique par rapport à un réseau manuel. Les résultats de ses investigations sont résumés dans les chiffres suivants :

	Automatique.	Manuel.
	Fr.	Fr.
Dépenses pour un réseau de 500 lignes.....	15 925	17 070
— 5 000	148 290	218 835
— 10 000	296 585	478 845

Il convient d'observer que ces chiffres sont plus nettement en

Digitized by Google

faveur du système automatique que ceux que j'ai donnés; ce fait ne saurait cependant modifier mes évaluations.

Il est nécessaire d'insister sur cette circonstance que les dépenses des réseaux manuels augmentent avec leur importance. Le système automatique, dans certaines limites, revient à meilleur compte. Les conditions sont d'ailleurs très différentes, suivant que tous les abonnés sont reliés à un seul central par de longs câbles ou qu'ils sont tributaires d'un certain nombre de centraux, ce qui réduit beaucoup les frais de câbles. Dans un réseau automatique bien agencé, on peut faire toutes les extensions possibles sans augmenter sensiblement les frais de revient par ligne, alors que ce n'est pas possible dans un réseau manuel. Les moyens physiques des opératrices influent largement sur l'agencement des tableaux manuels, circonstance qui n'existe pas quand il s'agit de commutateurs automatiques. On peut établir une installation automatique dans un espace plus réduit que s'il s'agissait d'un système à batterie centrale. Cela résulte de ce fait que les appareils nécessaires pour établir les communications occupent, dans le système automatique, moins de place que les mêmes appareils du système manuel.

Dans ce dernier système, les frais d'installation des bureaux augmentent avec le nombre des centraux, fait qui ne s'applique pas au système automatique, ou, tout au moins, dans la même mesure; avec celui-ci, en effet, l'augmentation est très minime et, parfois même, on peut arriver à une réduction. En général, les dépenses par ligne, quand celles-ci atteignent un certain nombre, sont parfaitement constantes et c'est là incontestablement un des avantages du système automatique.

En ce qui concerne le fonctionnement d'une installation automatique et l'accueil fait par les abonnés à ce système, on peut citer un rapport de M. Howson sur le service automatique de Geelong. On avait dit au Ministre que certains abonnés se montraient mécontents du service, aussi avait-il chargé M. Howson de faire une enquête à ce sujet. J'ai visité également Geelong et ne puis que confirmer les déclarations de M. Howson : le rapport établit que, sur 26 commerçants consultés, deux seulement

Digitized by Google

ont formulé quelques plaintes, les autres ayant affirmé que, pour tout au monde, ils ne voudraient pas revenir à l'ancien système. Par la lecture de ce rapport et par les observations que j'ai faites moi-même à Geelong, j'ai acquis la conviction que ce réseau fonctionne parfaitement bien.

J'ajouterai, pour terminer, qu'à Geelong, nous n'avons eu aucune réclamation. Et si, au début de la transformation du réseau de Sydney, il s'en est produit une ou deux, on peut dire que la très grande majorité des abonnés lui est favorable. Toute innovation entraînant inévitablement des plaintes, cette remarque est particulièrement intéressante.

Digitized by Google

PROGRÈS DE LA TÉLÉPHONIE
à grande distance
DEPUIS LA DÉCOUVERTE DE PUPIN (1)

Ce fut Pupin qui, le premier, donna une règle pratique pour la détermination des distances entre les bobines de self. S'il est facile d'affirmer que la self-induction additionnelle neutralise la capacité, il est plus difficile de donner des règles techniques permettant d'appliquer ce principe dans la construction.

Or, la réalisation pratique demande beaucoup plus que des calculs. Il fallait trouver la meilleure forme de bobines et les méthodes les mieux appropriées à leur emploi. Les brevets de Pupin furent acquis aux États-Unis par l' « American Bell Telephone Company », dont les ingénieurs étudièrent la construction des bobines que Pupin avait définies théoriquement. Ce travail entraîna beaucoup de recherches et d'expériences, et, bien qu'aucune publication n'ait été faite à ce sujet, on estime que des sommes importantes ont été dépensées avant d'avoir obtenu des résultats satisfaisants. Cependant les ingénieurs étaient pleinement convaincus de la valeur théorique du principe et des avantages qui résulteraient de son application pratique ; aussi la Compagnie n'hésita pas à engager les crédits nécessaires à l'amélioration des moyens de recherches.

M. H. V. Hayes donna, au Congrès International de Saint-

(1). J. E. Kingsbury, *Le Téléphone et les Bureaux téléphoniques* (Longmans et Green, 39 Paternoster Road, Londres, 1915).

Digitized by Google

Louis, en 1904, des renseignements sur l'application pratique des bobines de self ainsi que sur quelques-unes de leurs propriétés théoriques. Dans la discussion de ce rapport, M. Gherardi indiqua que la première application de la pupinisation à des câbles souterrains fut faite par M. Carty, et, par lui, sur un câble, d'environ 10 milles, reliant Cortland Street (New-York) à Newark (New-Jersey). On obtint sur ces circuits la même audition que sur une ligne ordinaire de 5 milles. Cette application date d'août 1902.

La pupinisation, appliquée aux circuits aériens, ne fit que de lents progrès en raison de l'isolement variable de ces lignes et des interruptions causées par les troubles atmosphériques. Au contraire l'isolement comparativement constant des câbles permit d'étendre immédiatement l'application aux lignes souterraines. Dans un article sur « la Téléphonie à longue distance », publié en 1892, on trouve la remarque suivante relative à la limitation de l'emploi des câbles :

« Malgré tous les perfectionnements qui peuvent être faits, les câbles souterrains ne conviendront pas à la téléphonie à longue distance. Les seuls endroits où ceux-ci doivent être employés sont les grandes villes comme New-York, Boston, Philadelphie, etc... »

Tel était l'état exact de la question à cette époque, et pendant les dix années suivantes. Une des premières lignes à longue distance fut celle de New-York à Philadelphie, construite en 1885; elle comprenait 13 circuits. Ce fut sur cette ligne qu'on décida d'appliquer la méthode Pupin, et, au lieu de limiter l'emploi du câble aux deux villes terminus, on l'étendit à toute la ligne.

La raison de cette mesure fut la même que celle qui motiva l'usage des câbles pour les circuits d'abonnés : la saturation des lignes. — Quelque temps après, il fallut remédier à l'encombrement croissant sur plusieurs des lignes les plus importantes de l' « American Telephone and Telegraph Company » autrement que par l'adjonction de nouvelles lignes sur poteaux. Dans certains cas, on jugea qu'il était pratiquement impossible de construire de nouvelles lignes aériennes, car l'importance du

Digitized by Google

trafic était trop considérable pour s'exposer aux risques continuels de l'interruption par la neige et la gelée pendant les mois d'hiver.

On avait démontré que la pupinisation était praticable commercialement sur de faibles longueurs de câble. Bien que d'autres difficultés restassent à vaincre pour l'utilisation sur les lignes à grande distance, on avait cependant la conviction d'arriver à une solution satisfaisante. Le côté économique demandait également un examen sérieux. On se décida en faveur de la construction souterraine entre New-York et Philadelphie ; la distance était d'environ 90 milles. Le travail fut achevé en 1905. On posa six conduites d'un bout à l'autre du parcours, ainsi que des conduites supplémentaires pour des besoins locaux. Le premier câble posé contenait 93 paires de fil n° 14 B. et S., et 19 paires de fil n° 16 B. et S. Des bobines toroïdales de self furent disposées à des intervalles d'un mille et quart environ.

L'audition sur la distance de 90 milles, avec le fil n° 14, fut équivalente à celle obtenue sur une distance de 11 milles de câble étalon ; avec le fil n° 16, l'audition fut équivalente à celle obtenue sur 15 milles de câble étalon.

Ces succès incitèrent à construire des lignes souterraines reliant New-York à Washington (235 milles) et New-York à Boston (240 milles). Le câble employé se composait de 14 paires de 166 livres, de 42 de 83 livres et de 18 de 40 livres. Les bobines de self furent espacées de 1,4 mille.

Ce câble fut mis en service par sections. La section Philadelphie-Washington (136 milles) fut ouverte en juin 1912, celle de Boston à New-York le 17 février 1914. Le 26 du même mois, on mit en service la section Boston-Washington.

Les progrès qui ont été réalisés, dans la construction des bobines et dans celle du câble, peuvent être mis en relief par la citation suivante extraite d'un mémoire officiel préparé pour l'inauguration des lignes téléphoniques interurbaines du Post-Office britannique en juin 1895 :

Pour l'artère principale de Londres-Leeds-Edimbourg-Glasgow-Dublin, on a utilisé le fil de cuivre du plus gros diamètre,

Digitized by Google

pesant 800 livres par mille. On s'efforça autant que possible de réduire la partie souterraine, car les fils souterrains diminuent sérieusement l'efficacité des lignes téléphoniques, ainsi que la netteté des conversations.

En 1915, au cours d'expériences faites par M. William Slingo, Ingénieur en Chef du Post-Office, on put causer à une distance de 110 milles par un câble posé entre Londres et Birmingham. En bouclant différents circuits de ce câble, des expériences furent faites sur des distances de 220, 440, 660, 880 milles. Cette dernière distance fut cependant la limite pour les conversations commerciales, mais les résultats sur 660 milles furent très satisfaisants. Aucune induction ne fut observée sur les autres circuits du câble qui étaient en service. L'immunité était complète et absolue. Ce câble comporte 2 paires de 300 livres, 14 de 200 livres, 12 de 150 livres et 24 de 100 livres. L'espacement des bobines est de 2 milles 1/2.

Les études furent faites par les ingénieurs du Post-Office et les travaux par la Compagnie Western-Electric. La « British Insulated and Helsby Cables » construit actuellement le câble destiné à relier Birmingham à Liverpool. Les essais démontrent que la conversation entre Londres et Aberdeen serait satisfaisante sur un câble de cette longueur, tandis que vingt ans auparavant « des efforts avaient été faits pour réduire autant que possible la partie souterraine, car les fils souterrains diminuaient sérieusement le rendement des lignes téléphoniques ainsi que la netteté des conversations ». Le changement était dû à la pupinisation et aux améliorations apportées dans la spécification et la fabrication des câbles.

Le premier câble pupinisé immergé fut celui qui relia Friedrichshafen et Romanshorn, sur le lac de Constance, en 1906. C'était un câble sous plomb, dont l'âme était protégée d'une façon spéciale par des spires de fil d'acier placées à l'intérieur du tube de plomb. Les spécifications de ce câble, sa construction, sa pose, sont décrits dans l'*Electrician* du 24 mai 1907. Le câble Douvres-Calais, posé en 1910, fut le premier câble sous-marin du type ordinaire, avec isolement à la gutta-percha, qui fut

Digitized by Google

pupinisé. Le major O'Meara en donna une description détaillée dans un mémoire présenté à l'Institut des Ingénieurs Électriciens, le 15 décembre 1910.

L'augmentation artificielle de la self-induction nécessaire sur un câble qui devait être posé par un bateau, entraîne certains problèmes nouveaux qui sont traités en détail dans ce rapport. Ce câble est actuellement en service et donne satisfaction.

Un autre câble pupinisé fut posé, en 1911, entre l'Angleterre et la Belgique, sa longueur est de 47,89 milles, de 1 760 yards; les résultats décidèrent le Post-Office à abandonner la ligne existante de Londres à Dublin par Port-Patrick et Larne, et à la remplacer par un câble direct, d'environ 74 milles, de Newin (Comté de Carnavon) à Howth, près de Dublin. Ce câble fut construit en décembre 1913.

Le 1er janvier 1914, le service de Londres avec le continent put, en raison des améliorations apportées par la pupinisation des câbles, être étendu à Bâle, Genève et Lausanne.

Un câble d'une longueur de 35 milles, reliant Vancouver à Victoria (Colombie Britannique), fut posé dans le golfe de Géorgie, en 1913. En raison de la profondeur de l'eau (1 300 pieds au maximum), on adopta une self répartie. La longueur de ce câble est de 28,3 milles nautiques. Il comprend deux circuits qui sont combinés. Le câble fut fabriqué par la « Henley's Telegraph Works C° », la description a paru dans l'*Electrician* du 22 août 1913.

Il est bon d'examiner également les avantages de l'emploi des bobines de self sur les lignes de faible longueur. Ayant fixé à l'avance l'atténuation minimum à obtenir, c'est le rôle de l'ingénieur de déterminer la constitution des circuits. Reprenons l'analogie de la corde vibrante.

Pour la propagation d'une onde déterminée, on peut prendre une corde de grande masse, mais le résultat peut être obtenu avec une corde de plus petite masse, si elle est convenablement chargée. Il n'y a qu'à remplacer le mot « corde » par le mot « conducteur » : L'analogie sera alors traduite sous forme de règle pratique. Une augmentation convenable de la self-induction permet d'employer de plus petits conducteurs.

Digitized by Google

C'est dans ce but que la première application commerciale des bobines Pupin fut faite en Grande-Bretagne par la « National Telephone Cº », dont les lignes étaient de faible longueur; mais, l'ingénieur en chef de cette Compagnie, M. Gill, reconnut bientôt l'avantage économique de la pupinisation, quelle que soit la longueur des lignes, et fit généraliser l'emploi de la méthode. La première ligne à grande distance, qui fut pupinisée par le Post-Office, fut celle de Liverpool à Manchester.

Toutefois, la meilleure application de la pupinisation, pour les longues distances, devait se rapporter à une autre découverte. Faire trois circuits de deux, tel fut le titre d'un brevet concédé à F. Jacob, en 1882. Cette méthode de réaliser un plus grand nombre de circuits qu'il n'y a de lignes réelles, considérées séparément, a quelquefois été appelée téléphonie duplex ou multiplex, les circuits supplémentaires étant appelés « circuits fantômes ». En 1884, M. Ducousso superposa un circuit télégraphique Morse entre le bureau des Gobelins et celui de la rue Caumartin à Paris, sur un circuit métallique souterrain d'environ 10 kilomètres de longueur.

Bien que désigné sous le nom de circuit « fantôme », ce circuit a une existence plus matérielle que les circuits réels qui ont servi à le constituer, et il est facile de comprendre que la supériorité du circuit « fantôme », au point de vue de la transmission, est due à sa meilleure constitution physique ; chaque conducteur étant composé de deux fils de cuivre pris en parallèle, ce qui donne une réduction correspondante de la résistance. Il est simple de combiner les lignes de cette manière, mais il est plus difficile d'augmenter la self-induction de façon qu'elle devienne efficace pour le « fantôme » sans inconvénient pour les circuits combinants. Il faudra encore beaucoup d'études et d'expériences avant qu'on puisse mettre le système en pratique.

En 1910, lors de la Conférence de Paris (1), M. Carty indiqua qu'aux États-Unis, le développement des câbles souterrains télé-

(1). *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, décembre 1910, p. 109.

Digitized by Google

phoniques et des lignes aériennes à longue distance était poursuivi uniquement par le procédé de la pupinisation.

Il fit connaître qu'un câble téléphonique pupinisé, reliant New-York à Washington (235 milles), était en cours de construction. Bien plus, par l'utilisation de circuits aériens « fantômes » pupinisés, entre New-York et Chicago, et des circuits analogues s'étendant toujours plus loin vers l'ouest, dit M. Carty, nous espérons arriver, au premier janvier 1911, à parler de New-York à Denver (Colorado), c'est-à-dire sur une distance de plus de 2 200 milles.

Ces prévisions furent réalisées; mais Denver n'était qu'une étape vers San-Francisco, car, la téléphonie transcontinentale était le but visé par la direction et les ingénieurs de l' « American Telegraph and Telephone Company ». Le 25 janvier 1915, la ligne reliant la côte de l'Atlantique à celle du Pacifique était ouverte au public.

La longueur de la ligne New-York-San-Francisco est de 3 400 milles. On employa, pour la construction, du fil n° 8 B. W. G. de 0,165 pouce de diamètre, pesant 870 livres par mille de circuit.

Les indications ci-dessous montrent les étapes successives de l'augmentation de la portée commerciale sur les lignes à longue distance aux États-Unis :

1876	Boston-Cambridge	2 milles
1882	Boston-Providence	45 —
1884	New-York-Boston	235 —
1892	New-York-Chicago.....	900 —
1911	New-York-Denver	2 100 —
1913	New-York-Salt Lake City...	2 600 —
1915	New-York-San-Francisco ...	3 400 —

La communication de la ligne de Floride (Jekyl-Island) avec San-Francisco, réalisée à l'occasion de l'inauguration du Transcontinental, donne une longueur totale de 4 300 milles; c'est la plus longue ligne téléphonique actuelle.

Digitized by Google

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revues françaises par M. VIARD, Ingénieur à la Direction de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes. — Revues étrangères par M. HAIN, Sous-chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et des Télégraphes, et M. DROUET, Ingénieur à la Direction de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Remarques sur les applications du courant continu à haute tension dans la télégraphie et la téléphonie sans fil, par M. A. BLONDEL (*La lumière électrique*, avril 1916). — La question de l'emploi du courant continu à haute tension pour la production d'étincelles musicales dans les stations de grande puissance a fait l'objet de récentes communications et discussions. M. Blondel expose, dans ce qui suit, comment doit être modifié le calcul du régime et du rendement pour tenir compte de la durée du court-circuit, comment celle-ci peut être augmentée par la présence d'un courant de charge résiduel dans la self-induction ; puis il conclut de la façon suivante en ce qui concerne la supériorité du courant alternatif dans les stations puissantes :

CAUSES DE SUPÉRIORITÉ DES COURANTS ALTERNATIFS SUR LE CONTINU A HAUTE TENSION

« En ce qui concerne les critiques dirigées contre l'emploi de l'arc à courant continu, il convient, je crois, de distinguer deux cas, suivant qu'il s'agit de petites puissances ou de grandes puissances à mettre en jeu.

Digitized by Google

« Dans les expériences pour la téléphonie sans fil, les puissances mises en jeu étaient assez limitées (quelques kilowatts) pour permettre l'emploi d'une seule dynamo à 2 000 volts, et le maniement d'un appareil de ce genre ne présente pas de danger grave. *A fortiori*, quand on emploie des tensions de 1 000 volts et au-dessous. Aussi a-t-on obtenu des résultats assez satisfaisants avec les ingénieux dispositifs de MM. Moretti, Vanni, etc.

« Il en est tout autrement quand on veut réaliser des installations de grande puissance, exigeant des potentiels de charge beaucoup plus élevés que la limite de 4 000 volts, qui peut être atteinte avec la dynamo de 2 000 volts. Les courants alternatifs ont alors une supériorité incontestable au point de vue de la sécurité ; les tensions de charge qu'ils permettent de réaliser n'ont pour ainsi dire pas de limite, car elles pourraient atteindre 100 000 volts et même davantage sans difficulté technique sérieuse à l'heure actuelle en ce qui concerne les alternateurs et transformateurs.

« Il est intéressant de remarquer aussi que le rendement très satisfaisant obtenu en courant alternatif provient de l'effet magnétisant des courants déwattés en avance, circulant entre l'alternateur et e condensateur par l'intermédiaire du transformateur et des self-inductances ; ces courants magnétisants produisent dans l'induit et les self-inductances des forces électromotrices supplémentaires ; la force électromotrice induite totale reste très voisine de la différence de potentiel aux bornes du condensateur pendant les oscillations qui, dans l'établissement du régime de résonance, précèdent la décharge du condensateur. Ainsi se trouve évitée la chute de potentiel considérable qui se produit entre la source et le condensateur dans le système à courant continu. Dans le cas où l'on interpose des self-inductions entre le transformateur et le condensateur, le rendement, malgré les pertes dans leurs noyaux, bénéficie du fait que, à la fin de la charge oscillante, le potentiel aux bornes du condensateur est, grâce à la résonance, plusieurs fois supérieur à la force électromotrice aux bornes de l'alternateur.

« Si l'on a soin de laisser s'écouler entre les décharges un nombre d'alternances suffisant pour établir la résonance, la tension aux bornes du condensateur se trouvera décalée sensiblement d'un quart

Digitized by Google

de période en avance de la force électromotrice de l'alternateur, et l'étincelle jaillissant au moment de la tension maxima coïncide non seulement avec une intensité nulle dans le circuit de charge, mais encore avec une force électromotrice nulle, au lieu de la force électromotrice constante E du système à courant continu. Il en résulte qu'il est beaucoup plus facile de souffler l'arc après le transfert de l'énergie à l'antenne et de réaliser ainsi l'excitation par impulsion que si l'on emploie le système à courant continu musical.

« Si la méthode de télégraphie sans fil par courant continu à très haute tension a donné lieu, dans des installations de grande puissance, à des avaries de machines, cela provient sans doute d'abord de ce que, faute d'avoir ajouté aux bornes de la dynamo une batterie d'accumulateurs, on fait passer dans l'induit de la dynamo un courant alternatif de fréquence musicale, qui produit une force électromotrice alternative supplémentaire très importante dans les spires de l'induit perpendiculaires au diamètre de commutation, c'est-à-dire précisément dans les spires où la force électromotrice induite par la rotation de l'induit est déjà maximum : il en résulte donc facilement des *flashes* au collecteur.

« A cela s'ajoute la gêne qu'entraîne l'excitation des dynamos à haute tension, au delà de 1 000 ou 2 000 volts suivant les puissances ; cette excitation ne peut se faire qu'en série ou par dynamo séparée. Dans le premier cas, les fluctuations du courant de charge induisent, dans les spires mises en court-circuit sous les balais, des courants alternatifs d'intensité exagérée ; dans le second cas, il faut, pour isoler convenablement l'induit à haute tension par rapport aux inducteurs, mettre la dynamo excitatrice elle-même sur un massif isolant, et l'installation se trouve ainsi compliquée.

« Pour ces différents motifs, on doit considérer comme mauvaise toute disposition qui fait circuler tout le courant de charge à travers la dynamo ; et, si l'on ne met pas aux bornes de celle-ci une batterie d'accumulateurs, il faudrait au moins ajouter une batterie de condensateurs de très grande capacité, suivant un montage que j'ai indiqué il y a quelques années. Le meilleur type de condensateur et le seul qui réalise les grandes capacités désirables en pareils cas est le condensateur électrolytique ; il suffirait d'employer une cel-

Digitized by Google

lule électrolytique par 100 volts de tension aux bornes du groupe des dynamos génératrices.

« Enfin, une des plus grandes difficultés qu'on a rencontrée dans le système à courant continu haute tension a été celle de la réalisation d'un manipulateur ; quand on a voulu couper directement le courant principal, on a produit des arcs destructifs, difficiles à souffler et des surtensions graves dans les enroulements. Il serait préférable de chercher à manipuler soit en désaccordant l'antenne, soit en affaiblissant l'excitation indépendante à l'aide de shunts ou de capacités électrolytiques placées temporairement en dérivation par rapport aux inducteurs. Mais tout cela n'a plus guère qu'un intérêt rétrospectif. En tout cas, au point de vue de la manipulation, les systèmes à courant alternatif actuels, qui permettent de couper très facilement un circuit excitateur présentant une faible self-induction, ou de modifier la résonance primaire, présentent un énorme avantage.

« Il semble donc que les seuls cas intéressants actuellement pour l'emploi du courant continu en T. S. F. sont la téléphonie sans fil et l'arc chantant donnant directement des ondes entretenues dans l'antenne, système remarquable par sa simplicité, dans les limites de puissance où on peut l'employer. L'expérience montrera si, dans ces applications, l'arc devra être ou non préféré aux alternateurs. »

Choses aperçues au cours d'un rapide voyage à travers les États-Unis, par M. Sosnowski (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, mars 1916).

Téléphonie à grande distance. — Nous avons assisté, à San-Francisco, à une communication téléphonique avec New-York, soit à plus de 5 000 km. de distance. On avait ménagé à cet effet, à l'Exposition de San-Francisco, une salle pouvant contenir plus de 200 personnes.

En raison de la différence de longitude entre ces deux villes, l'après-midi de New-York correspond au matin du même jour à San-Francisco.

On aurait fait usage de plusieurs relais téléphoniques en même temps que de lignes pupinisées.

Digitized by Google

Téléphonie automatique. — La téléphonie automatique ne paraît pas jusqu'ici avoir pris une grande extension dans ce pays. Il y a sans doute à cela plusieurs raisons, parmi lesquelles l'imperfection du matériel actuel doit jouer un certain rôle.

Quoi qu'il en soit, le champ d'applications paraît être limité aux petites villes, et les difficultés augmentent énormément dans les grandes, telles que New-York, Chicago, Philadelphie.

Service postal pneumatique. — Ce service fonctionne dans beaucoup de villes aux États-Unis.

D'après les renseignements qui m'ont été fournis à la Pneumatic Transit C°, à Philadelphie, il y avait en service, en 1910 :

	kilomètres de ligne.
New-York	40
Philadelphie	16
Boston	13
Brooklyn	8
Chicago	20
Saint-Louis	8

Les conduites varient de 2 à 12 pouces, soit 50 mm. à 305 mm. de diamètre.

La poste emploie des conduites de 200 mm. et des curseurs de 520 mm. de long.

La capacité d'un train est de 600 lettres; ils se succèdent toutes les 6 secondes, à la vitesse moyenne de 15 m. par seconde; le poids d'un train est de 8 à 9 kg.; le poids d'un train chargé est de 18 kg.

Les pylônes à antennes du poste de télégraphie sans fil de Darien (Isthme de Panama). (*Génie civil*, 6 mai 1916). — Ces pylônes à antennes sont en éventail et de grandes dimensions.

Les tours en treillis métalliques sont au nombre de trois; elles ont une hauteur de 183 mètres environ et leurs trois pieds sont écartés de 45 mètres. Elles forment un triangle équilatéral de 300 mètres de côté.

Digitized by Google

Chaque pied est ancré à un bloc de béton par l'intermédiaire d'une forte semelle, qui repose sur des isolateurs spéciaux, et de deux étriers scellés dans le béton, qui prennent appui sur la face supérieure de cette semelle par l'intermédiaire de deux autres groupes d'isolateurs. Ces isolateurs sont en porcelaine et cimentés les uns sur les autres ; ils travaillent uniquement à la compression.

L'isolement ainsi obtenu résiste à une tension de 110 000 volts, quand les isolateurs sont secs, et de 40 000 volts quand ils sont mouillés. Leur résistance mécanique est de près de 200 tonnes par isolateur et leur charge peut être portée à près de 300 tonnes, pendant quelques minutes, sans grand danger.

Le montage de ces tours a été effectué au moyen d'échafaudages posés à terre pour toute la partie inférieure et jusqu'au-dessus de la jonction de leurs trois pieds. Au-dessus, elle fut poursuivie au moyen de bigues montées sur la tour elle-même.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Influence des perturbations atmosphériques sur la propagation des ondes hertziennes (*Revue scientifique.* d'après *The Electrical Review*, 1er octobre 1915). — La Commission des recherches relatives aux ondes hertziennes de la *British Association* vient de faire paraître son rapport. On sait que cette Commission avait été constituée en vue de centraliser et de coordonner les observations qui devaient être faites dans le monde entier, tant à propos de l'éclipse de soleil d'août 1914, que pour l'enregistrement continu des perturbations atmosphériques bien connues des praticiens de la T. S. F., mais dont l'origine est encore incertaine.

Les observations ont été poursuivies malgré la guerre dans un certain nombre de stations, notamment aux Indes, en Australie, au Canada et aux États-Unis. Elles permettent quelques déductions et fournissent une première base pour la reprise de l'enquête dans l'avenir.

Le fait principal et à peu près universel est que les « parasites » perçus pendant la nuit sont plus nombreux et plus intenses que

Digitized by Google

ceux perçus dans le jour. Si l'on trace des courbes donnant l'intensité des perturbations en fonction du temps à partir de minuit, ces courbes ont deux formes caractéristiques, en entonnoir et en U.

La courbe en entonnoir s'observe sur mer et dans les îles éloignées de tout continent ; la courbe en U, sur les continents, principalement sous les tropiques. Le minimum de ces courbes se place un peu après midi et le maximum un peu après minuit dans presque toutes les stations au nord de l'équateur ; la seule exception à cette règle a été constatée à Lagos (Nigeria) où le minimum se place vers 7 heures du matin, la courbe se relevant pendant le jour.

A moins de perturbations atmosphériques locales, le passage du régime nocturne au régime diurne et vice versa, dans les stations du nord de l'équateur, retarde sur le lever et le coucher du soleil.

Ces variations régulières et générales ont une amplitude moyenne représentée par 2 pour le jour, et 5 pour la nuit sous les tropiques ; 0,3 pour le jour et 3 pour la nuit dans la zone tempérée, si l'on adopte l'échelle arbitraire proposée par la *British Association*.

Ces chiffres sont grandement affectés par les conditions météorologiques locales qui, fréquemment, faussent toutes les déductions précédentes. Il arrive parfois que les parasites sont si nombreux et si intenses que toute communication radiotélégraphique devient impossible. On a ainsi des sortes d'orages de parasites que l'on désigne sous le nom plus court d' « orages X ». Lorsqu'ils durent plus d'une heure ou deux, ils altèrent radicalement l'allure de la courbe diurne.

La comparaison de quelques orages X avec les orages météorologiques observés en Europe, aux États-Unis et au Canada, a montré très nettement que les périodes de forts orages X coïncident avec les basses pressions barométriques, les grands vents, les brusques variations de température, les pluies abondantes, et, surtout, avec les variations rapides de la pression atmosphérique. D'ailleurs, les orages X sont souvent accompagnés d'orages ordinaires se manifestant en des points peu éloignés. Mais ils peuvent être dus également soit à des orages intenses très lointains, puisqu'il a été établi qu'en certain cas, la même cause doit influencer deux stations distantes de 4 000 kilomètres, soit, au contraire, à des décharges atmosphé-

Digitized by Google

riques tout à fait localisées, souvent même trop faibles pour se manifester par l'éclair et le tonnerre, et qui indiquent nettement l'approche d'une instabilité dans l'état atmosphérique.

A noter que les perturbations nocturnes sont, en plus forte proportion que dans le jour, l'indice d'orages lointains.

D'après les observations faites dans les stations d'Australie, les perturbations les plus sérieuses et les plus continues se produisent (sauf le cas d'orages locaux) pendant les nuits calmes quand le ciel est pur et étoilé.

On avait pensé à une influence possible des aurores boréales. Cette hypothèse n'a pas été vérifiée par les observations. Les stations radiotélégraphiques de l'Alaska n'ont pu remarquer, au cours de l'hiver dernier, aucune perturbation électrique dans l'atmosphère au moment des aurores boréales.

De même, on n'a pu, nulle part, vérifier la périodicité de vingt-sept jours dans les variations magnétiques.

Note sur la résistance des antennes utilisées en télégraphie sans fil, par L. W. Austin (*Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 16 octobre 1915). — D'après la théorie, la résistance due au rayonnement d'une antenne est donnée par la relation

$$R_r = 160\,\pi^2\,\frac{h^2}{\lambda^2}$$

ou approximativement

$$R_r = 1600\,\frac{h^2}{\lambda^2}.$$

h représente la hauteur, au-dessus du sol, du centre de capacité de l'antenne, et λ, la longueur d'onde. On suppose que le sol a une bonne conductibilité, comparable par exemple à celle d'une nappe d'eau salée. Bien que, dans la plupart des stations terrestres, la hauteur effective atteigne à peine la moitié de la hauteur, la résistance de rayonnement de ces antennes n'en doit pas moins varier suivant la loi de l'inverse du carré de la longueur d'onde. Des exceptions à cette règle ont cependant été constatées, d'abord par C. Fischer, qui avait remarqué une augmentation de la résistance

Digitized by Google

totale des antennes quand on augmentait la longueur d'onde propre par l'addition d'une self induction. Il attribuait ce fait à une augmentation du rayonnement, provoquée par l'allongement de la longueur d'onde.

Pour expliquer cette anomalie, des recherches spéciales ont été entreprises à l'*United States Naval Radio Laboratory*. On s'est servi de deux antennes, l'une au Bureau des Standards, l'autre à bord du cuirassé *Maine*.

Dans le premier cas, on trouva, pour un accroissement de la longueur d'onde, une chute rapide, indiquant une diminution, conforme à la théorie, de la résistance due au rayonnement, avec un minimum pour $\lambda = 750$ m., puis une augmentation assez rapide, quand la longueur d'onde continue à croître. La résistance de l'antenne du *Maine* accusa également une décroissance rapide pour les longueurs d'ondes de 450 à 900 mètres environ, puis, au delà, une augmentation à peine sensible. Des expériences précédemment faites sur l'antenne de la station d'Arlington avaient montré une diminution moins brusque avec l'accroissement de la longueur d'onde ; à partir de 5.500 m., on obtenait même un palier caractéristique de la bonne qualité de la terre qui est constituée par un réseau très étendu de fils métalliques enfouis dans le sol.

Les expérimentateurs du *Naval Radio Laboratory* ont expliqué cet accroissement de résistance de l'antenne en considérant la terre, non plus comme un conducteur, mais comme un diélectrique ; en sorte que le système constitue un condensateur ayant pour armatures l'antenne, d'une part, et les nappes d'eau souterraines, d'autre part, avec la terre et l'air comme diélectriques ; or, pour tous les diélectriques imparfaits, la résistance équivalente augmente en même temps que la longueur d'onde. On a vérifié cette propriété en mesurant la résistance équivalente d'un condensateur de 0,002 microfarad, à diélectrique en verre. On intercale ce condensateur dans un circuit couplé avec le circuit d'un ondemètre excité par un interrupteur. L'intensité du courant est mesurée au thermogalvanomètre. On remplace ensuite le condensateur en question par un condensateur à air de même capacité, en série avec un rhéostat dont on règle la résistance jusqu'à ce que le galvanomètre donne la même dévia-

Digitized by Google

tion que dans le cas précédent; les résistances qui mesurent les résistances équivalentes du condensateur pour les différentes longueurs d'ondes sont directement proportionnelles à ces longueurs d'ondes, c'est-à-dire qu'elles se comportent comme la résistance de l'antenne du Bureau des Standards pour les longueurs d'ondes supérieures à 1.500 m.

L'accroissement de résistance, observé sur l'antenne du *Maine*, provient du fait que les mesures ont dû être exécutées pendant que le vaisseau était dans un port, en sorte qu'une partie considérable du courant traversait des matières médiocrement conductrices avant d'atteindre la nappe d'eau.

Sur les antennes à radium, par E. Leinier (*E. T. Z.*). — L'auteur, ayant eu connaissance des résultats de Szilard relatifs aux paratonnerres recouverts de radium, fut amené à examiner si le radium pouvait avoir quelque effet sur la réception des signaux radiotélégraphiques. Les premières expériences semblèrent donner une réponse affirmative; mais comme l'auteur fut obligé de les interrompre par suite de la guerre, il publie maintenant ses résultats en vue de stimuler des recherches nouvelles et d'obtenir confirmation de ses propres conclusions.

Les premières expériences furent faites avec une antenne d'appartement, composée d'une baguette de bois de 20 mm. de diamètre et de 3 mètres de long, recouverte sur toute sa longueur d'un fil émaillé de 0 mm. 2 de diamètre, la baguette étant dirigée vers un poste d'émission FL, situé à une distance d'environ 300 kilomètres. Cette antenne était suspendue dans une chambre. L'appareil récepteur employé comprenait un détecteur au protosulfure de plomb, des téléphones de 4.000 ohms et une bobine d'accord de 50 mm. de diamètre ayant 800 tours de fil émaillé de 0 mm. 4. Aucun des signaux de FL ne pouvait être entendu pour aucun des réglages de la bobine d'accord. Les signaux devenaient cependant immédiatement perceptibles dès qu'on approchait un tube de verre clos contenant du bromure de radium. Les signaux disparaissaient quand la résistance mise en dérivation sur les écouteurs pour apprécier la sensibi-

Digitized by Google

lité (Méthode du téléphone shunté) était de 220 ohms. La syntonisation n'était pas du tout aiguë et l'on n'obtenait pas de maximum pour des longueurs de fil comprises entre 80 et 120 mètres. Un changement dans la position du radium ne produisit pas d'effet appréciable, mais l'orientation eut un effet marqué. Pour des angles supérieurs à $\pm$ 30 degrés la réception disparaissait complètement.

Encouragé par ces résultats, l'auteur continua ses investigations afin de déterminer l'effet du radium sur les antennes ordinaires. Il se servit d'antennes constituées par deux fils de bronze phosphoreux parallèles de 1 mm. 5 placés à un mètre l'un de l'autre et dirigés vers la station FL de même que le fil de liaison avec l'appareil récepteur. On utilisait la même bobine de syntonisation, mais un détecteur électrolytique au lieu du détecteur au protosulfure de plomb, et, au lieu des téléphones, un galvanomètre à cadre mobile de 500 ohms de résistance et d'une période de deux secondes fut employé. Les signaux utilisés furent les signaux émis par FL, dont la longueur d'onde était de 2.350 mètres, avec la meilleure syntonisation et 56 mètres de fil, les téléphones donnaient le silence avec 80 ohms en dérivation et le galvanomètre indiquait 20-21 microampères. Déconnecté de l'antenne, le courant à travers le détecteur était de 0,7 microampère. Lorsque le tube à radium était approché de l'extrémité libre de l'antenne, les indications du galvanomètre étaient 50-53 microampères; pour atteindre ce maximum, l'accord était obtenu entre 56 et 48 mètres de fil. Quand le radium était fixé au milieu de l'antenne, aucune réception n'était plus possible, même au téléphone. Avec le radium disposé à l'extrémité côté antenne, le courant à travers le détecteur atteignit 35-38 microampères pour 40 mètres de fil en bobine d'accord. Tous ces résultats ont été trouvés d'une manière précise à la suite de nombreuses expériences faites dans des conditions aussi semblables que possible.

Ces expériences montrent qu'en plaçant convenablement le radium à proximité de l'antenne, sa vibration est changée dans le sens d'une diminution apparente de la longueur d'onde; ensuite qu'une augmentation considérable de l'intensité du signal, telle qu'elle est mesurée dans le circuit du détecteur, est occasionnée par la proximité du radium. Elle doit, en tous cas, correspondre à une augmentation du courant reçu.

Digitized by Google

La proximité du radium à la bobine de syntonisation elle-même a rendu la réception téléphonique plus mauvaise sans qu'il soit possible de discerner un défaut d'accord net, et ceci est vrai que le tube soit isolé ou qu'il soit mis à la terre. Le tube à radium n'a pas d'effet sensible sur toute autre partie de la réception.

Localisation des manchons défectueux sur les lignes aériennes (*Telephone Engineer*, avril 1916). — En procédant à des essais, on a trouvé récemment que beaucoup de manchons sur les lignes interurbaines en fil de cuivre étaient défectueux, quoique en apparence bien construits.

En équilibrant différents circuits il fut nécessaire de localiser et de remplacer plusieurs manchons dont la résistance atteignait un dixième d'ohm. Les essais furent faits avec un milliampèremètre portatif Weston, muni d'une échelle de 0 à 1500.

La méthode consiste à relier une certaine longueur de ligne, six pouces environ, en série avec l'instrument et un élément de pile sèche; on note la déviation (cette connexion ne dure qu'un instant de sorte que le courant restera constant, malgré la résistance peu élevée sur laquelle travaille la pile); ensuite on relie la même longueur de fil de la ligne, comprenant le joint suspect, en série avec le milliampèremètre et la pile; on note encore la déviation. S'il y a une différence appréciable entre les deux déviations, il faut remplacer le joint. Les joints remplacés avaient des résistances variant d'un dixième d'ohm à plusieurs ohms mesurées avec un pont et un galvanomètre.

Une pile sèche, en série avec les connexions, la ligne et l'instrument, donnera une déviation comprise entre 600 et 1.200, suivant la résistance des connexions et de la pile. Comme la résistance du circuit est très faible, une fraction d'ohm, intercalée dans ce circuit, réduira la déviation de l'appareil.

Voici une méthode tout à fait originale et pratique, pour faire la connexion avec la ligne pour ces essais, elle épargne du temps et du travail s'il s'agit d'une certaine longueur de ligne :

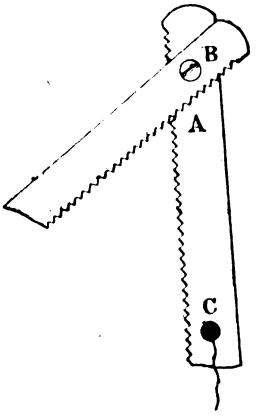
Pratiquement toutes nos lignes sont établies sur des poteaux de

*

Digitized by Google

25 pieds, les fils les plus hauts étant à une distance du sol de 18 à 20 pieds. On utilise une perche semblable à une canne à pêche formée de deux morceaux de 15 pieds emmanchés bout à bout et munis chacun de fils de connexions soudés à la douille de laiton de l'extrémité. Cette perche porte une lame de scie cassée en deux dont les morceaux sont réunis ensemble avec une vis comme l'indique la figure.

Un de ces crochets est fixé au sommet de chaque perche, un fil de connexion y est soudé convenablement. On emmanche les deux morceaux bout à bout, l'instrument de mesure et la pile sont reliés au fil de connexion qui est au bas de la perche. Deux perches sont nécessaires, on les suspend sur le fil de ligne, et en exerçant vers le bas une petite traction sur la perche on obtient un contact parfait. La dent de scie établit le contact à travers la couche d'oxyde sans causer le moindre dommage au fil.



Avec ce dispositif, on peut vérifier dans une journée dix fils sur une longueur de cinq milles et localiser des joints défectueux qui, en raison de leur très petite résistance, n'auraient pu être trouvés depuis la table d'essais.

Câbles souterrains sans conduite (*Telephone Engineer*, avril 1916). — Un article de M. Elmer E. Daicey de South Bend (Indiana), que nous avons publié en février dernier, a soulevé une longue discussion. La pose des câbles sous plomb dans les rues, sans protection d'aucune sorte, semble être une méthode plus commune qu'on ne l'admet d'ordinaire.

Le seul but de cette méthode est l'économie. Personne ne conteste les désavantages que présente un câble nu dans le sol, sur un câble posé dans une conduite en poterie vernissée ou en ciment. La question est de savoir si les détériorations, les travaux de réparations sont ou ne sont pas plus élevés que le prix d'une installation

Digitized by Google

avec conduite. Les expériences de quelques hommes audacieux, comme leurs lettres au *Telephone Engineer* en témoignent, sembleraient indiquer que l'emploi du câble non protégé est satisfaisant pendant longtemps. S'il y avait des preuves suffisantes de cette sorte pour établir une règle scientifique, nous serions en mesure de déclarer que l'usage de la conduite a été une grande erreur. Mais pour cela, il faudrait un grand nombre d'exemples concluants, sans aucune preuve contraire.

Dans les circonstances rapportées par nos correspondants, on peut affirmer que le système est et restera satisfaisant pendant plusieurs années. En particulier dans les petites villes ou dans les villages où les besoins économiques ne sont pas grands, une charrue à un cheval creusera la tranchée du câble qui suffira à une génération d'habitants. Dans ces cas spéciaux, la possibilité de détérioration du fait des entrepreneurs de pavage, des égoutiers, du service des eaux, etc., est tout à fait improbable. Les progrès de la voirie municipale sont lents et pacifiques, et on peut faire face aux nécessités nouvelles au moyen d'une autre tranchée creusée par le même procédé.

Cependant, quand il s'agit de rues pavées, la facilité d'exploitation pourra dépendre des moyens employés pour permettre l'extension téléphonique pendant une période de quinze ans; dans ce cas, la conduite devient nécessaire pour des raisons d'économie. Elle constitue pour le téléphone un chemin d'accès souple et indépendant, susceptible d'extension. On peut installer un câble nouveau, en retirer un vieux, sans toucher à la surface du sol pour l'exécution de ces travaux. D'après le témoignage des praticiens qui nous ont écrit à ce sujet, le câble est aussi bon et dure aussi longtemps sans conduite qu'avec conduite. Quoi qu'il en soit, nous devons considérer la conduite comme une commodité technique qui facilite l'exploitation. Une chose n'a pas seulement besoin d'être absolument indispensable pour justifier son prix.

Nous conclurons en disant que bien qu'il soit tout à fait possible d'assurer un service avec facilité et à la satisfaction du public en utilisant du câble souterrain non protégé, la conduite quelle qu'elle soit doit être préférée dans les installations soignées telles que les plus grands praticiens les conçoivent.

Digitized by Google

Extension du réseau téléphonique souterrain en Angleterre (*Electrical Engineering*, 20 avril 1916). — Répondant à la Chambre des Communes à une question relative à l'interruption des lignes télégraphiques et téléphoniques interurbaines causée récemment par une tempête, M. J. A. Pease déclara que les avantages des lignes souterraines au point de vue de la sécurité n'avaient pas été perdus de vue par les différents Postmasters-Généraux et qu'un réseau souterrain, qui a coûté environ 2 millions de livres, est actuellement en service.

La longueur totale des fils aériens, télégraphiques et téléphoniques, en service est de moins de 1 million de milles, alors que la longueur des fils souterrains dépasse 2 millions de milles. La mise en souterrain des lignes interurbaines, qui ne le sont pas encore, dépasserait probablement 3 millions de livres, et les frais annuels pour l'intérêt et l'amortissement comptés à 6 % seulement seraient de 180.000 livres par an. Il faut comparer ce chiffre au coût annuel moyen des dégâts causés par les intempéries qui, pendant les dix dernières années, s'est élevé à 24.190 livres, dont 6.700 livres pour les lignes interurbaines à longue distance. En raison de la diminution de la main-d'œuvre et d'autres circonstances se rattachant à la guerre, on a dû suspendre l'exécution des projets d'extension.

Digitized by Google

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Projet d'extension et d'amélioration du réseau téléphonique français. — Un projet de loi relatif à l'amélioration et à l'extension de l'outillage téléphonique est actuellement soumis à l'examen du Parlement.

Les améliorations projetées comprennent la substitution du régime de la conversation taxée au régime forfaitaire maintenu jusqu'à présent à Paris et dans les villes de plus de 80.000 habitants.

L'emploi de compteurs installés à l'avance facilitera l'établissement de prévisions aussi rapprochées que possible des recettes à escompter dans le nouveau régime.

Mais la modification des tarifs entraînera une augmentation sensible du nombre des abonnés et ne pourra avoir lieu que si toutes les dispositions sont prises pour relier les nouvelles lignes.

Le programme à réaliser est le suivant :

Paris. — Création d'un nouveau bureau D dans le quartier des Buttes-Chaumont pour décharger le bureau C (Nord) et le bureau R (Roquette).

Création d'un nouveau bureau G (Fleurus) à l'angle de la rue du Cherche-Midi et du Boulevard Raspail, pour recevoir les abonnés de la portion centrale de la rive gauche et dégager les bureaux Gobelins et Saxe.

Création d'un nouveau bureau H dans le quartier de la Nation pour recevoir les abonnés du quartier de la gare de Lyon.

Création d'un nouveau bureau A dans le quartier de l'Europe pour dégager les bureaux du centre.

Création d'un bureau Z dans le quartier de la porte de Versailles pour dégager le bureau de Saxe.

Création d'un bureau P dans le quartier de Malesherbes, destiné à dégager le bureau de Wagram.

Digitized by Google

Création d'un bureau suburbain destiné à assurer les relations des localités situées dans un rayon de 15 kilomètres de Paris : 1° avec Paris et le réseau général ; 2° entre elles.

Réaménagement du bureau B (Wagram).

Agrandissement du bureau R (Roquette) dont les disponibilités sont des plus réduites

Agrandissement du Bureau F (Gobelins).

Réaménagement du bureau C (Nord).

Complément d'équipement des bureaux en construction : E (Auteuil), O (Elysées), L (Conservatoire).

Agrandissement du bureau T (Marcadet).

Des compteurs seront installés dans les bureaux centraux.

Les signaux d'appel seront répétés partout où ce sera possible, en vue d'abréger les délais de réponse et de donner plus de sécurité et d'élasticité au service.

La répétition simple permet en effet à six opératrices de répondre à un appel ; il suffit donc que l'une quelconque des six soit inoccupée au moment où l'appel se produit pour que la réponse puisse avoir lieu instantanément. De plus, si une téléphoniste s'absente momentanément, sa tâche se répartit entre cinq de ses collègues.

Départements. — Les multiples des grands bureaux non adaptés à la batterie centrale doivent subir une transformation. Ceux qui ne s'y prêtent pas en raison de leur état de vétusté devront être remplacés soit par un multiple à batterie centrale, soit par un commutateur automatique. Des travaux de transformation de locaux, de consolidation de planchers, d'agrandissements, seront nécessaires.

Des compteurs automatiques seront installés pour les raisons indiquées plus haut.

Un semi-automatique est prévu à Marseille, où le multiple est à remplacer.

A Lyon, la configuration de la ville, l'extension du service et la difficulté de donner au multiple actuel le développement nécessaire ont amené l'Administration à prévoir un second central sur la rive gauche du Rhône.

Des multiples à batterie centrale, ou des commutateurs automatiques ou semi-automatiques sont prévus dans tous les bureaux comptant plus de 300 abonnés.

Grandes lignes interurbaines. — Les grandes lignes interurbaines actuelles doivent être remaniées en vue de l'utilisation future de dispositifs nouveaux et de façon à permettre le développement rapide du réseau.

Digitized by Google

La réfection doit comprendre :

1° La réduction des portées par rapprochement des appuis afin de diminuer leur charge sur les lignes supportant beaucoup de fils, ce qui supprimera des chances de rupture et permettra d'éviter radicalement les mélanges entre lignes.

2° Le remplacement des fils de 2 millimètres qui ne présentent pas la résistance mécanique voulue par du fil de 2 mm. 5.

Aux abords des grandes villes, les artères sont surchargées et il est souvent difficile de leur trouver l'emplacement nécessaire ; on est donc contraint d'adopter, pour certaines sections, des câbles souterrains. Ces câbles doivent être établis d'après des procédés nouveaux permettant de diminuer leur affaiblissement et d'éviter les réflexions de courants aux jonctions avec les lignes aériennes.

Il est également nécessaire de prendre certaines précautions pour éviter les contacts des lignes télégraphiques ou téléphoniques avec les fils d'énergie dont le nombre va sans cesse augmentant. Il est indispensable que les mesures prises ne nuisent pas à l'efficacité des communications.

Enfin, l'Administration qui, sur certaines sections de grandes lignes, rencontre des difficultés pour la pose de nouveaux fils, doit assurer la possibilité d'un développement plus important du réseau que celui que comportent les lignes aériennes et, à cet effet, établir comme à l'étranger des câbles téléphoniques souterrains à grande distance. Ces communications souterraines présentent d'ailleurs beaucoup d'avantage sur les lignes aériennes ; malheureusement elles sont dans certains cas plus coûteuses.

En France, il n'a été établi de câbles de ce genre qu'à titre d'essai entre Lille et Roubaix, entre Paris et Versailles et entre Paris et Saint-Germain.

Ce réseau souterrain comprendra tout d'abord des lignes reliant Paris à Lille, Le Havre, Lyon.

L'ensemble de ces projets occasionnera une dépense de 120.792.500 francs.

*
* *

Enveloppes inviolables. — Il est trop facile de décacheter une enveloppe ordinaire, soit en l'exposant un moment à la vapeur, soit en l'humectant d'eau froide. Pour éviter les indiscrétions, on n'a qu'à remplacer la gomme arabique ou la dextrine communément employées par de l'albumine qui, sous l'action de la chaleur, devient complètement insoluble.

Digitized by Google

On se servira, dans ce cas, d'enveloppes non gommées : on comprend, en effet, que si l'on se bornait à recouvrir d'albumine une couche de gomme ou de dextrine, il ne servirait à rien d'insolubiliser la nouvelle couche de colle, puisque la couche sous-jacente restant soluble, il suffirait de l'humecter pour ouvrir l'enveloppe.

A défaut d'enveloppes non gommées, rien n'est plus simple que d'en fabriquer, en taillant une feuille de papier quelconque. Pour appliquer l'adhésif, on passe sur les bords de l'enveloppe un pinceau ou même le doigt préalablement trempé dans un blanc d'œuf. On ferme ensuite l'enveloppe comme si elle était gommée, puis, sans attendre la dessiccation, on y applique un fer à repasser assez chaud (90 ou 100° environ). L'albumine est alors coagulée, et les surfaces ainsi collées restent indissolublement unies.

Sans doute, il serait très exagéré de prétendre que le secret des correspondances se trouve de la sorte assuré d'une façon absolue, car les indiscrets auront toujours la ressource de déchirer le papier qu'ils n'auront pas réussi à décoller, et, au besoin, d'en confisquer le contenu ; néanmoins, la plupart hésiteront devant un moyen aussi radical.

*
* *

Sondage par l'électricité. — On a fait récemment, à bord d'un bateau sur l'Ohio, des expériences pour déterminer la profondeur du fond par une sonde électrique.

Le principe de cet instrument consiste à produire au fond de l'eau, par dragage d'une masse métallique, un bruit qu'on observe avec un récepteur téléphonique à bord du navire. La sonde est constituée par une masse conique en fonte, creuse, mesurant environ 45 centimètres de longueur, 10 centimètres de diamètre et pesant 18 kilogrammes. Elle est suspendue à l'extrémité d'un câble armé, de 30 centimètres de longueur, contenant deux fils de cuivre isolés qui aboutissent aux bornes d'un microphone très sensible monté sur la paroi de la sonde. A leur partie supérieure, ces fils sont reliés à un téléphone.

Les essais ont été faits avec des vitesses du navire allant de 3 km. 2 à 9 km. 6 à l'heure. Quand le navire passe sur des hauts fonds d'argile ou de sable, on entend dans le récepteur une sorte de sifflement caractéristique, tandis que le frottement sur les roches ou sur le gravier donne des coups saccadés. D'une façon générale, les sons produits par frottement de la sonde sur les fonds de toute nature, sauf la vase très fluide, sont nettement perçus au récepteur téléphonique.

Digitized by Google

Pour utiliser la sonde, il faut tenir compte de la vitesse du navire qui a pour effet de diminuer l'angle du câble de suspension avec l'horizontale et, par suite, la profondeur d'immersion (ou distance verticale de la sonde au niveau du fleuve). Cette profondeur est également affectée par la vitesse du courant. Aussi a-t-on établi des diagrammes qui donnent la profondeur en fonction de la vitesse du navire pour une longueur déterminée du câble.

L'intérêt de la méthode est de permettre les sondages de façon continue, dans une position abritée et sans avoir besoin de ralentir l'allure du navire.

***

Poteaux télégraphiques en verre. — Le *Journal Télégraphique* (25 janvier 1916) relate qu'on fabrique en Allemagne des poteaux télégraphiques en verre, auxquels on donne la résistance mécanique nécessaire en coulant la masse vitreuse dans un réseau formé de fils d'acier très résistants. Ces poteaux durent beaucoup plus longtemps que les poteaux ordinaires en bois, et conviennent particulièrement pour les régions tropicales, parce qu'ils ne sont pas attaqués par les insectes, tels que les fourmis blanches, et sont moins affectés par le climat que les poteaux en bois ou en métal.

***

Détecteurs de sous-marins. — On a trouvé un moyen de déceler l'approche des sous-marins à une grande distance à l'aide de microphones submergés, mais il était jusqu'ici difficile de distinguer ces sons de ceux émis par les propulseurs des vaisseaux de surface.

En renforçant les sons reçus à l'aide d'un amplificateur, il devient possible de sélectionner les sons et on peut alors entendre l'approche d'un sous-marin à plus de 80 kilomètres. On peut trouver la direction du sous-marin à l'aide de détecteurs disposés de façon à posséder une sensibilité maximum dans un sens donné. On a aussi appliqué une méthode pour estimer la distance du sous-marin.

***

Un des principaux journaux techniques allemands, l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, a annoncé, au début de cette année, la publication du *Cours d'Electricité théorique*, professé à l'École Supérieure

Digitized by Google

des Postes et des Télégraphes par M. Pomey, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, et édité par MM. Gauthier-Villars, et a reproduit intégralement la magistrale préface écrite pour cet ouvrage par M. Lecornu, Inspecteur Général des Mines, Membre de l'Institut. On sait que cette préface a été donnée dans le n° des *Annales des P. T. T.* de juin 1914, p. 639.

M. l'Ingénieur en Chef Pomey est actuellement mobilisé comme Lieutenant-Colonel du Génie, Chef du Service Télégraphique de 1re ligne de l'Armée d'Orient.

Digitized by Google

NOUVEAUX BREVETS D'INVENTION[1]

472.237 Perfectionnements aux transmetteurs téléphoniques. — Electrical experiment company. — États-Unis d'Amérique.

472.238 Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques. — Electrical experiment company. — États-Unis d'Amérique.

472.273 Antenne pour télégraphie et téléphonie sans fil. — M. Nicholas James Jeffries. — États-Unis d'Amérique.

Antenne portative, pliable et extensible.

472.293 Relais de ligne pour installations téléphoniques. — Société Aktiebolaget L. M. Ericsson & C°. — Suède.

472.460 Transmetteur d'impulsions électriques. — Société. Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme). — France.

Destiné à produire les appels dans les postes d'abonnés d'un réseau téléphonique automatique. L'amplitude du mouvement donné au levier mobile détermine le nombre d'émissions expédiées ; un régulateur centrifuge règle l'espacement de ces émissions.

19.800 1re addition au brevet précédent.

472.506 Renforcement de la self induction des lignes en duplex aériennes par pupinisation. — MM. Henning Bernhard, Mathias Pleijel et Axel Herman Olsson. — Suède.

Les circuits composants sont pupinisés, à la façon ordinaire, par des bobines doubles, construites de telle sorte que les courants, circulant dans le circuit combiné, engendrent, dans les bobines, des champs de dispersion, qui suffisent à fournir la self-induction nécessaire. Afin d'éviter les pertes d'énergie par des courants parasites, les boites métalliques sont remplacées par des enveloppes

(1). Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (IIIe arr.).

Digitized by Google

en matières non conductrices et non hygrométriques, telles que le verre ou la porcelaine,

472.652 Appareil téléphonique. — Société Commercial Wireless et development C°. — États-Unis d'Amérique.

472.679 Mode de production des ondes en télégraphie sans fil. — Compagnie générale de radiotélégraphie. — France.

Combinaison en série d'un éclateur tournant à grande vitesse périphérique avec des éclateurs à excitation par choc. S'applique aux stations très puissantes et évite la formation d'arcs.

472.811 Relais pour sonnerie d'appel applicable aux circuits téléphoniques. — M. Lando Mugnai. — Italie.

472.813 Mode de construction des spirales de self-induction pour postes de télégraphie sans fil à grandes longueurs d'onde. — Compagnie générale de radiotélégraphie. — France.

473.194 Perfectionnements apportés aux systèmes de téléphones commerciaux. — MM. David Henry Kennedy et John William Turner. — Angleterre.

473.258 Perfectionnements aux dispositifs de communication téléphonique entre des trains en marche et des gares ou autres postes fixes. — MM. Thor Gustaf Thornblad, Karl Hjalmar Warfvinge et Victor Gabriel Werner. — Suède.

473.276 Perfectionnements aux appareils de télégraphie sans fil. — Société Ancel et Cotty. — France.

473.277 Détecteur d'ondes pour télégraphie sans fil. — M. Louis Ancel. — France.

473.424 Système de téléphonie entre postes et intercommunication, assurant le secret des conversations. — M. Albert-Eugène Poudou. — France.

473.498 Perfectionnements dans la protection des lignes téléphoniques situées près des lignes industrielles à courants alternatifs. — M. Marius Latour. — France.

473.677 Système de téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

473.808 Nouveau système d'éclateur à double soufflage, spéciale-

Digitized by Google

ment applicable aux postes radiotélégraphiques avec étincelle musicale. — MM. Joseph Bethenod et Emile Girardeau. — France.

Perfectionnement de l'éclateur constitué par un plateau et un tube, entre lesquels jaillit l'étincelle; celle-ci est soufflée par un courant d'air venant d'un ventilateur et arrivant par le tube; or, l'expérience montre que, par suite des remous subis par le courant d'air, il se produit une dépression très nette à l'arête extérieure du tube, où a lieu l'éclatement; dans le nouveau système, le tube-électrode est ouvert à ses deux extrémités; il est placé, ainsi que le plateau, à l'intérieur d'un autre tube relié au ventilateur, de telle sorte que les surfaces extérieure et intérieure du tube-électrode sont simultanément léchées par le courant d'air. Ce système est complété par l'adjonction d'un champ magnétique perpendiculaire à l'étincelle.

473.809 Perfectionnements aux détecteurs électrolytiques. — MM. Joseph Bethenod et Émile Girardeau. — France.

Consiste dans l'emploi d'un électrolyte à liquide immobilisé.

473.847 Dispositif de levage permettant d'élever un mât portatif. MM. Joseph Bethenod et Émile Girardeau. — France.

473.893 Protection des postes télégraphiques contre les troubles d'induction. — Société Anonyme pour l'exploitation des procédés Westinghouse-Leblanc. — France.

Consiste à intercaler, entre la ligne et le récepteur, une résistance ohmique, et à shunter l'appareil à l'aide d'un condensateur de grande capacité.

19.763 1re Addition au précédent brevet.

473.896 Système téléphonique. — MM. Edward Alfred Graham, William John Rickets et Ernest Albert Sanftleben. — Angleterre.

473.996 Récepteur enregistreur de télégraphie sans fil et perfectionnement au relais. — M. Louis Angel. — France.

474.004 Système de relais pour circuits d'impulsions. — Société : Le Matériel téléphonique (Société Anonyme). — France.

474.063 Système de téléphone automatique permettant des relations entre un central automatique et un central manuel. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

474.151 Système de lignes pour installations téléphoniques automatiques ou semi-automatiques. — Société : The Betu-

Digitized by Google

LANDER AUTOMATIC TELEPHONE COMPANY Limited. — Angleterre.

474.178 Perfectionnements dans les dispositifs de production d'oscillations électro-magnétiques destinées à être employées particulièrement dans la radio-téléphonie. — M. William Théodore DITCHAM. — Angleterre.

474.401 Perfectionnements aux caractères pour machines à écrire et fondeuses compositrices employées dans la transcription d'images transmises par voie télégraphique ordinaire. — M. Umberto ELLERO. — Italie.

474.442 Procédé d'utilisation des lignes téléphoniques pour la transmission de signaux divers. — M. Eugène WINTERER. — France.

474.597 Perfectionnements aux commutateurs de ligne employés en téléphonie automatique. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.

474.598 Nouveau système de sous-station semi-automatique dans un réseau manuel de téléphonie. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.

474.736 Sélecteur automatique pour bureaux téléphoniques. — M. Carl Alex Wilhelm HULTMAN. — Suède.

474.853 Perfectionnements applicables à la téléphonie. — M. Sidney Georges BROWN. — Angleterre.

474.938 Système d'appareil radio-inscripteur pour la réception des messages hertziens. — M. Raphaël ROBLIN. — France.

Les courants provenant de l'antenne et du détecteur sont reçus dans deux bobines plates; entre celles-ci se trouve une armature de fer doux, très légère, montée sur un axe et placée dans un champ magnétique réglable; sur cette armature est monté un style inscripteur; elle porte également des contacts qui permettent d'utiliser l'instrument comme relais, pour actionner un récepteur Morse ordinaire.

475.021 Perfectionnements à la signalisation sans fil. — Société : GALETTI'S WIRELESS TELEGRAPH AND TELEPHONE COMPANY LIMITED. — Angleterre.

475.229 Perfectionnements aux installations télégraphiques placées

Digitized by Google

dans le voisinage des lignes industrielles à courant alternatif. — MM. Joseph Bethenod et Marius Latour. — France.

Système comportant l'emploi du courant de repos et d'un relais récepteur polarisé à l'arrivée, avec adjonction d'impédances, en série sur la ligne ou en dérivation sur le relais.

19.956 1re Addition au brevet précédent.

19.959 2e Addition au brevet précédent.

475.249 Perfectionnement aux dispositifs d'accord par induction employés en télégraphie sans fil. — M. Louis Ancel. — France.

475.291 Égalisation des potentiels des prises de terre dans les postes télégraphiques. — Société : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme). — France.

475.376 Perfectionnement dans les lignes de conversation. — Société : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme). — France.

A pour but d'empêcher deux opératrices de départ de se porter à la fois sur une même ligne de conversation les reliant à une opératrice d'arrivée; un jeu de relais, intercalé entre la clé de conversation et le poste d'opératrice, connecte la ligne lorsqu'elle est libre et envoie, dans le poste d'opératrice, un courant vibré lorsque la ligne est occupée.

475.417 Perfectionnements aux systèmes téléphoniques. — MM. George Labkin Hughes et Robert Emmet Cooper. — États-Unis d'Amérique.

475.483 Éclateur perfectionné pour appareils de télégraphie et téléphonie sans fil. — M. Ettore Bellini. — France.

Formé de deux plateaux dentés tournant dans un même plan, l'un à l'intérieur de l'autre; les deux plateaux ont des nombres de dents différents. Peut être employé à la transformation soit de courant continu en oscillations entretenues ou en groupes d'oscillations amorties, soit de courant alternatif en groupes d'oscillations amorties.

475 505 Relais cathodique utilisable pour amplifier les faibles courants alternatifs ou comme détecteur d'ondes en télégraphie et téléphonie sans fil. — M. Fernand Holweck. — France.

475.756 Dispositif de connexion par voie de sélection pour installations téléphoniques automatiques ou semi-automatiques. — M. Gotthilf Ansgarius Betulander. — Suède.

Digitized by Google

475.771 Appareil pour la réception ou la transmission de signaux électriques. — M. George Washington Pierce. — États-Unis d'Amérique.

475.797 Perfectionnements aux moyens pour transmettre ou recevoir des messages et produire des signaux électriquement. — M. Thomas David Smith. — Australie.

475.857 Plaque hygiénique pour récepteurs de téléphones, pathéphones, etc. — M. Max Charissi. — France.

475.967 Dispositif de transmission des impulsions électriques sur des circuits de capacité électro-statique élevée. — M. Giuseppe Musso. — Italie.

476.040 Nouveau dispositif d'appel pour téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

476.041 Dispositif de raccordement entre deux postes centraux de téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

476.042 Perfectionnements à l'établissement de communications téléphoniques entre le réseau automatique et une ligne manuelle. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

476.043 Récepteur téléphonique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

476.072 Perfectionnements en télégraphie. — Société : Delany Foreign Company. — États-Unis d'Amérique.

476.077 Perfectionnements à la télégraphie. — M. Frederick George Creed et Société : Creed bille and company Limited. — Angleterre.

476.161 Télégraphe sans piles. — M. Agazio Falcone. — Italie.
Manipulateur magnéto-électrique ; récepteur polarisé.

476.209 Perfectionnements dans les détecteurs, à gaz ou à vide, d'énergie rayonnée, et méthode pour en contrôler le fonctionnement. — M. John Hays Hammond Jr. — États-Unis d'Amérique.

476.231 Perfectionnements apportés aux indicateurs et aux télégraphes servant à la transmission des ordres. —

Digitized by Google

MM. Arthur Hungerford Hollen et Harold Isherwood. — Angleterre.

476.237 Sélecteur électro-magnétique perfectionné. — M. Ernest Graham Godfree. — Australie.

476.324 Perfectionnement aux éclateurs usités en télégraphie sans fil. — MM. Joseph Bethenod et Émile Girardeau. — France.

Plusieurs éclateurs, montés en parallèle, permettent, soit de diviser la décharge, soit d'employer l'un d'eux comme éclateur auxiliaire de faible puissance, fournissant une étincelle-pilote, destinée à régulariser la décharge principale.

476.331 Système d'éclateur pour la télégraphie et la téléphonie sans fil. — M. Riccardo Manzetti. — Italie.

476.397 Perfectionnements apportés aux systèmes téléphoniques. — M. Edward Alfred Graham. — Angleterre.

476.420 Méthode de signalisation électrique. — Société : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme). — France.

476.445 Disposition de bobines de self-induction pour la pupinisation des doubles lignes téléphoniques combinées en duplex. — MM. Henning Bernhard Mathias Pleijel et Axel Herman Olsson. — Suède.

476.461 Commutateur téléphonique automatique. — M. Carl Axel Wilhelm Hultman. — Suède.

476.493 Perfectionnements apportés aux appareils téléphoniques haut-parleurs. — Société : The International callophone corporation. — États-Unis d'Amérique.

476.500 Perfectionnements dans la transmission des signaux sans fil. — Société : Galletti's wireless telegraph and telephone company Limited. — Angleterre.

476.537 Perfectionnements aux systèmes et appareils de transmission télégraphique. — Société : Automatic telephone manufacturing company Limited. — Angleterre.

476.545 Système de perforateur de ruban à clavier pour appareil télégraphique imprimeur multiple. — M. Donald Murray. — Angleterre.

476.546 Transmetteur automatique à ruban pour appareil télégraphique imprimeur multiple. — M. Donald Murray. — Angleterre.

Digitized by Google

476.547 Mécanisme de commande pour le distributeur du télégraphe multiple Baudot ou autre. — M. Donald MURRAY. — Angleterre.

476.586 Perfectionnements apportés au mécanisme des systèmes de télégraphes imprimeurs. — Société : MORKRUM COMPANY. — États-Unis d'Amérique.

476.611 Perfectionnements aux appareils permettant de transmettre électriquement des indications, d'une station transmettrice à une station réceptrice, par le système à mouvements échelonnés. — MM. Archibald BARR, William STROUD et James Weir FRENCH. — Angleterre.

476.624 Translateur pour lignes téléphoniques. — MM. Henning Bernhard Mathias PLEIJEL et Axel Herman OLSSON. — Suède.

476.733 Système d'intercommunication téléphonique directe en batterie centrale. — M. Paul-Émile-Benoît GONTIER. — France.

476.770 Dispositif récepteur sans fil pour ondes continues. — M. Edwin Howard ARMSTRONG. — États-Unis d'Amérique.

476.831 Dispositif pour la variation simultanée par une seule manœuvre des longueurs d'onde de deux circuits accouplés. — COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOTÉLÉGRAPHIE. — France.

Commutateur formé de deux séries de plots; une barre métallique, mobile sur une glissière, permet de réunir l'un quelconque des plots de la première série à celui de même numéro de la seconde. Les plots de l'une et de l'autre série sont reliés à des prises situées respectivement sur les selfs primaire et secondaire. La barre, étant reliée à la terre, peut être manœuvrée sans danger à la main.

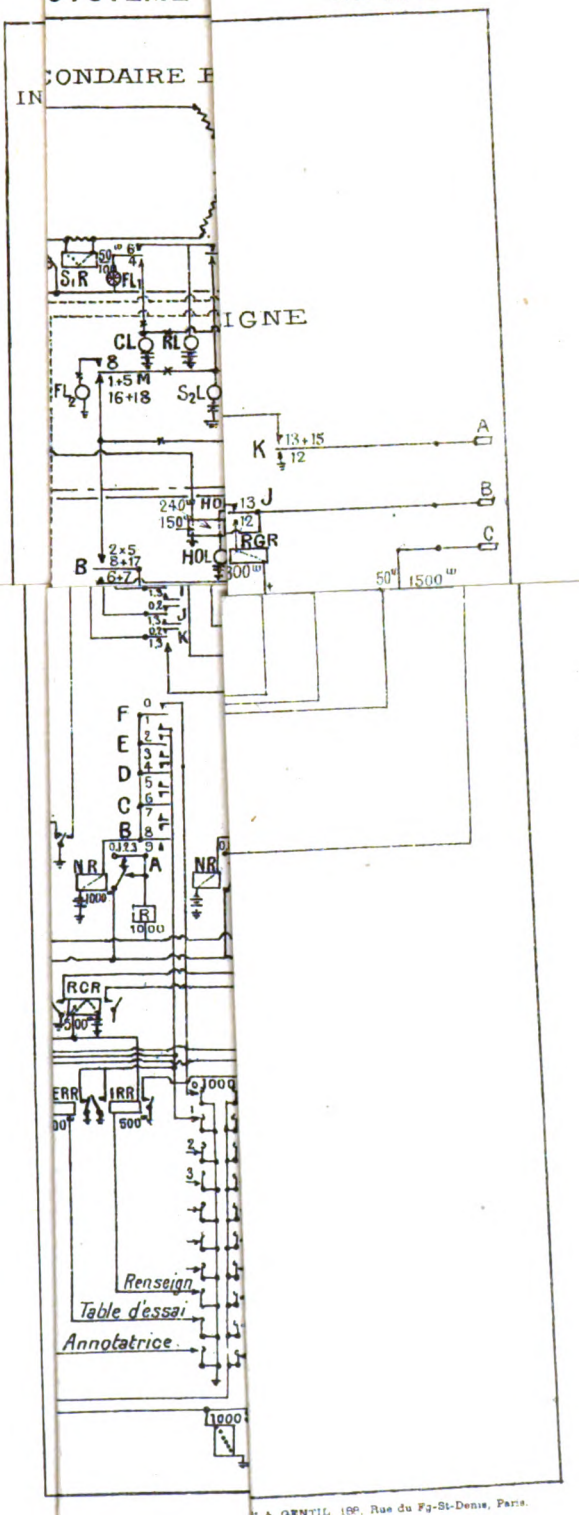
L'Éditeur-gérant,
A. DUMAS.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

Digitized by Google

SYSTÈME

1916 Pl. I.



A. GENTIL, 189, Rue du Fg-St-Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

5me ANNÉE. SEPTEMBRE 1916. N° 3

Engineering Library DEC 23 1916 UNIV. OF MICH. LIBRARY

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS (IXe)

Digitized by Google

Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté Ame AU CAPITAL DE FRANCS **5.250.000**

à **PONT-DE-CHÉRUY** (Isère)

Siège social à **LYON,** 20, quai de Retz

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection contre l'incendie,

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage Electrique

LAMPES ÉLECTRIQUES, MARQUE "FOTOS"

Fils et Câbles électriques

Nus et Isolés

CABLES SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute Tension. Transport d'Énergie

AFFINAGE, LAMINAGE.

Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC EN GÉNÉRAL

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque **E. C. G.**

PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions et Autobus

USINES :

PONT-DE-CHÉRUY (Isère).

LA PLAINE-CHAVANOZ (Isère).

LYON, 12, Rue du Belvédère.

LYON, 220, Route d'Heyrieux.

SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85.

LYON, { 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-50.
12, rue du Belvédère. » 30-17.

TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-59.

MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.

GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73.

ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56.

BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 39-62.

ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76.

Digitized by Google

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS (IXe)

Digitized by Google

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes.*

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris.

Membres de la Commission :

M. Dennery, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président.*

M. A. Blondel, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. Pasquet, Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. Belugou, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Bazille, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Ferrière, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine.

MM. Lorain et Maureau, Ingénieurs en Chef des Postes et Télégraphes, Professeurs à l'École Supérieure.

M. Saunier, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres.*

MM. Hain, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, Drouet et Viard, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires.*

M. Godet, Rédacteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint.*

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Les progrès les plus récents dans le domaine des câbles sous-marins, par M. J. G. Hill, Ingénieur au service des Recherches du Post Office de Londres..... 243
Les lignes téléphoniques souterraines interurbaines, par M. Georges Viard, Ingénieur des Postes et Télégraphes..... 269
Augmentation du rendement des lignes télégraphiques par récepteurs harmoniques..... 282
Le Service Postal en Alsace..... 285
La Poste, le Télégraphe et le Téléphone aux États-Unis, par M. Raynaud-Bonin, Ingénieur des Postes et Télégraphes..... 289
La Poste en Suède pendant la Guerre..... 299
École Supérieure des Postes et des Télégraphes d'Italie..... 301

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

Rapport, Décret et Arrêté du 4 juillet 1916, relatifs au Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et des Télégraphes..... 305
Projet d'adoption par l'Administration des Postes et Télégraphes d'une visserie nouvelle..... 308
Augmentation du nombre de fils des lignes aériennes..... 317

LE SERVICE POSTAL, TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE DANS LES ADMINISTRATIONS ET LES ARMÉES DES PAYS ENNEMIS

Installations téléphoniques pourvues de bobines Pupin avec enroulement en fil de fer..... 324
Les Installations électriques dans les bureaux-gares allemands.. 326
Le Trafic Postal dans un bureau-gare de Berlin..... 330
Propriétés immobilières des Postes et Télégraphes en Allemagne. 331
Le Budget des Postes allemand..... 332

Digitized by Google

Pages.
La Poste allemande et les mutilés..... 333
La Caisse d'Épargne et l'armée allemande..... 334
Bureaux de renseignements gratuits..... 334
Petites installations téléphoniques automatiques..... 336
Le Télégraphe et le Téléphone en Belgique occupée..... 338
Extension du service des journaux en Belgique..... 339
Emploi de cuivre de moindre conductibilité et de zinc, comme matériel de canalisation ; utilisation de conducteurs isolés au papier et caoutchouc régénéré..... 340
Câbles avec conducteurs de zinc pour courants de grande intensité..... 346
L'acquisition de plomb pour l'Administration allemande..... 347

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Les progrès des Écoles Techniques en Allemagne..... 349

Périodiques en langues étrangères.

Informations relatives à la Télégraphie sans fil..... 350
Les Installations téléphoniques dans les usines à haute tension. 352
Téléphonie sans fil sur des trains en marche..... 353
Nouvelle méthode de production de courants à haute fréquence. 354
Téléphonie sans fil..... 355
Élément thermo-électrique utilisé comme détecteur d'ondes.... 356
Établissement par l'État d'usines d'électricité en Saxe..... 357

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Représentation schématique de l'armement des lignes en herse.. 358
Le Tube postal de Londres..... 358
Nouvelles installations de télégraphie sans fil..... 359
Le Réseau téléphonique de Constantinople..... 360
Lignes d'énergie sur poteaux en bois..... 360
Protection des lignes aériennes..... 361

Brevets d'invention..... 362

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Lorain, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (3e édition. 1914). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. Feret du Longbois, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 4 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. Tongas, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 5 francs le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. Tongas (1913). — 1 vol. Prix : 1 franc.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2e édition. 1913). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Ferrière, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Sauvage, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 1 fr. 25.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Maureau, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Drouet, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. Cahen, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914).— 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

En vente à la librairie de l'École des Travaux publics, 3, rue Thénard, Paris, Ve.

---

(1). Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Digitized by Google

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. Pomey, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. Fleming), traduit de l'anglais par M. Ravut, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. Le Normand, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par Rein), traduit de l'allemand par M. Viard, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e^.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par Abbott); traduit de l'anglais par M. Gilles, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par Kempster B. Miller); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, Paris, VI^e^.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par Stille); traduit de l'allemand par MM. Picault, Ingénieur, et Montoriol, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e^.

Digitized by Google

LES PROGRÈS LES PLUS RÉCENTS

DANS LE DOMAINE

DES CABLES SOUS-MARINS

Par M. HILL,

Ingénieur au Service des Recherches du Post Office de Londres.

M. HILL, Ingénieur au Service des Recherches du Post Office anglais a donné pour les Annales *un article magistral sur la téléphonie sous-marine.*

La gutta-percha employée pour l'isolement des câbles sous-marins est un diélectrique qui possède un grand pouvoir inducteur spécifique. Les progrès de la téléphonie sous-marine ont été longtemps enrayés par suite de cette cause. M. Hill met en lumière les progrès réalisés depuis la fabrication de nouvelles guttas-perchas.

Il aborde ensuite la question, tout à fait à l'ordre du jour, de l'amélioration de la transmission par l'addition de self induction au conducteur. On sait que deux procédés sont concurremment employés : le procédé Pupin et le procédé Krarup. M. Hill donne un tableau comparatif absolument complet de la valeur de ces deux procédés appliqués aux câbles sous-marins et démontre la supériorité du système Pupin.

Son article fait appel à des formules mathématiques que l'on suppose déjà connues du lecteur, il en tire avec beaucoup de clarté des conclusions pratiques d'un grand intérêt et il appuie ses théories par des exemples numériques choisis sur des câbles réellement posés.

M. Hill fait connaître par la voie des Annales *les brillants résultats obtenus depuis quelques années par le Post Office britannique dans le domaine des câbles téléphoniques sous-marins.*

Que M. Hill trouve ici l'expression des remerciements de l'Administration des Postes et Télégraphes.

Digitized by Google

La période relativement courte des quatre années qui précédèrent la guerre européenne peut être considérée comme faisant époque dans le domaine des câbles sous-marins.

Pendant ce laps de temps, les possibilités de l'emploi de la téléphonie sous-marine ont été considérablement accrues, grâce à divers moyens, parmi lesquels nous citerons l'introduction d'un nouveau diélectrique et la construction de câbles pupinisés ou de câbles Krarup.

Des expériences furent aussi entreprises dans le but d'accroître le rendement des câbles par la constitution de *circuits combinés*, dont un combiné de second ordre avec retour par la terre.

Le résultat de ces diverses améliorations a été une augmentation remarquable, à la fois dans la portée et le rendement. Nous nous proposons d'examiner dans cet article les principaux facteurs qui ont contribué à ce progrès.

Les formules dont nous ferons usage sont bien connues en France où elles ont été étudiées dans des articles variés, particulièrement de MM. Devaux-Charbonnel et L. Cahen.

Nous allons en rappeler un certain nombre :

Les principaux efforts de l'Ingénieur doivent tendre à obtenir :

1° Un faible coefficient d'affaiblissement;

2° Une impédance caractéristique différant aussi peu que possible de celle des circuits auxquels le câble sera relié;

3° Que le coefficient d'affaiblissement varie le moins possible avec la fréquence.

Tout circuit téléphonique possède un coefficient d'affaiblissement a, imaginaire, et qui peut être écrit sous la forme :

$$a = \beta + i\alpha = \sqrt{(R + i\omega L)(G + i\omega C)} \qquad (1)$$

β et $i\alpha$ étant respectivement la partie réelle et la partie imaginaire de a.

Pour les circuits souterrains ou sous-marins à self additionnelle, la valeur de β est minimum, lorsque

$$L = \frac{R}{\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}}$$

Digitized by Google

Nous avons dans ce cas :

$$\beta_m = \sqrt{CR\left(\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}\right)} \qquad (2)$$

formules dans lesquelles $\frac{R_1}{L_1}$ désigne l'augmentation de résistance par henry introduite dans le circuit par la self additionnelle à une fréquence déterminée. Dans tout ce qui suit, nous considérerons la fréquence f telle que $2\pi f = 5.000$.

L'impédance caractéristique Z_0 est

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{G + i\omega C}} \qquad (4)$$

Cette formule peut être simplifiée dans le cas des circuits à self additionnelle

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad (5)$$

Lorsque L est sensiblement plus faible que la valeur correspondante de la formule (3), mais que ωL est grand par rapport à R, ainsi que ωC par rapport à G, on peut mettre la partie réelle β du coefficient d'affaiblissement sous la forme :

$$\beta = \frac{R + \left(\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}\right) L}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \qquad (6)$$

En divisant (6) par (2), nous avons :

$$\frac{\beta}{\beta_m} = \frac{\sqrt{\frac{L}{L_1}} + \sqrt{\frac{L_1}{L}}}{2} \qquad (7)$$

ou

$$\beta = \beta_m \frac{\sqrt{\frac{L}{L_1}} + \sqrt{\frac{L_1}{L}}}{2} \qquad (8)$$

Les récents progrès de la transmission sur les câbles ont résulté principalement de l'augmentation de la self-induction et de la diminution de $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$.

Digitized by Google

Nous allons comparer deux méthodes différentes d'augmenter

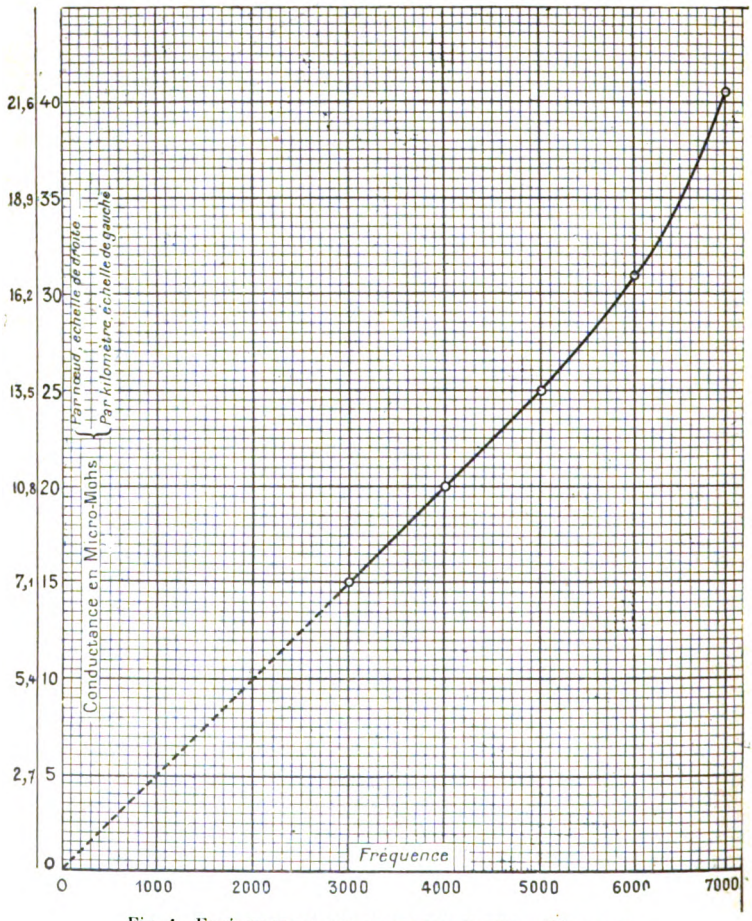


Fig. 1. Expérience sur les cables sous-marins a Woolwich.
Variation de la conductance de perte avec la fréquence.

la self-induction L et étudier leurs effets concurremment sur $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$.

Digitized by Google

La diminution de $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$ a des conséquences très importantes et se lie avec la façon de mettre la self additionnelle.

Mais auparavant, nous traiterons la question du diélectrique.

Les améliorations du diélectrique des câbles sous-marins.

Il est évident, d'après la formule (2), que la grandeur de β_m est proportionnelle à la racine carrée de la quantité $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$ lorsque les capacités et les résistances des deux câbles comparés sont les mêmes.

Si l'on prend $\frac{G}{C} = 120$ pour la gutta-percha ordinaire, comme il est usuel de le faire ; et si l'on applique cette valeur à un circuit ayant une capacité de 0,108 microfarad au kilomètre entre fils (ce qui n'est pas exagéré), on trouve que la résistance d'isolement effective correspond seulement à 77.160 ohms par kilomètre pour $2\pi f = 5.000$, bien que l'isolement mesuré en courant continu puisse s'élever à plus de 50.000 fois la résistance d'isolement effective.

La figure 1 donne les valeurs de la conductance de perte d'un câble à la gutta-percha, mesurées par la section de recherches du Post Office. La capacité du circuit mesuré était de 0,086 microfarad au kilomètre. La valeur de $\frac{G}{C}$ à $2\pi f = 5.000$ était élevée (156), mais d'autres câbles ont donné des valeurs moindres et 120 peut être pris comme une moyenne. L'isolement du câble ci-dessus en courant continu était de 2.035 mégohms au kilomètre.

On peut obtenir; à $2\pi f = 5\,000$, une valeur de $\frac{R_1}{L_1} = 40$, bien que l'on doive observer que dans les câbles pupinisés pourvus de circuits combinés la résistance des bobines de combinaison s'ajoute à la résistance du conducteur.

Digitized by Google

Dans le cas des câbles Krarup $\frac{R_1}{L_1} = 60$ est une valeur qu'il est dès maintenant possible d'atteindre.

MM. Siemens Brothers and C° ont introduit dans la fabrication des câbles une gutta-percha modifiée. Elle a été employée pour un câble anglo-belge en 1911 et pour plusieurs câbles depuis cette date. Avec ce diélectrique la valeur de $\frac{G}{C}$ ne dépasse pas 20 en aucun cas à $2\pi f = 5.000$.

Les avantages d'une amélioration au diélectrique sont de triple nature et peuvent être ainsi sommarisés :

1° La portée des conversations est notablement accrue ;

2° La déformation de la voix est considérablement moindre ;

3° Les quantités de cuivre et de gutta nécessaires pour obtenir un affaiblissement total donné (δl) sont notablement réduites.

Un exemple montrera l'importance des deux premiers points :

La diminution du coefficient d'affaiblissement est proportionnelle à $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$. Si l'on prend $\frac{R_1}{L_1} = 40$ et $\frac{G}{C}$ successivement égal à 120 et à 20, la différence des deux coefficients d'affaiblissement s'élève à 38 °/₀, due à l'effet de $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$ seul. En pratique, toutefois, la réduction de $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$ impose la nécessité de prendre une plus grande valeur pour L afin d'atteindre β_m, comme il résulte de la formule (3). La méthode qui peut produire cette quantité de self à meilleur marché sera, à ce point de vue, la plus avantageuse pour réduire $\frac{R_1}{L_1} + \frac{G}{C}$

La capacité de la gutta-percha modifiée est d'environ 10 °/₀ moindre que celle de la gutta-percha ordinaire. Le résultat de ces divers facteurs est que la portée des câbles avec un diélectrique ayant une valeur de $\frac{G}{C} = 20$ peut dépasser de plus de 50 °/₀ celle des câbles avec l'ancien type de gutta-percha.

En ce qui concerne la déformation de la voix, on sait que

Digitized by Google

$\frac{R_1}{L_1}$ et $\frac{G}{C}$ varient tous deux notablement avec la fréquence. Par suite, l'affaiblissement aux diverses fréquences sera favorablement influencé par une réduction de ces deux rapports. Par exemple, le câble franco-anglais pupinisé, pour lequel on se servit de l'ancien type de gutta-percha a une distorsion deux fois plus grande entre les limites $2\pi f = 3.000$ et $2\pi f = 7.000$ que le câble anglo-belge pour lequel on s'est servi de la nouvelle gutta-percha.

La quantité de gutta-percha employée intervient aussi dans la question de la distorsion. Dans les anciens câbles non pupinisés entre la France et l'Angleterre, le conducteur de cuivre pèse par fil 39, 12 kgs au kilomètre et la gutta-percha 73 kgs 35.

La quantité de gutta-percha employée est beaucoup plus considérable que ne l'exigerait la sécurité mécanique du câble et l'on aurait pu obtenir le même coefficient d'affaiblissement à meilleur marché, en augmentant le poids du cuivre et en diminuant celui de la gutta. On considère, cependant, que la distorsion serait trop grande si la quantité de gutta était diminuée. Dans les câbles à self-induction additionnelle, la distorsion est beaucoup moindre, surtout avec la nouvelle gutta, et il est possible de réduire largement la quantité de gutta employée par rapport à celle employée autrefois. Le même poids de cuivre au kilomètre étant conservé (39 kgs 12), dans le câble anglo-belge, le poids de gutta est descendu de 73 kgs 35 à 36 kgs 68.

Nous n'entendons pas suggérer qu'avec l'ancien type de gutta, le poids de gutta à employer, eu égard aux effets de distorsion, ne serait pas réduit dans les câbles à self additionnelle, mais nous avons voulu montrer que l'avantage de la nouvelle gutta est réel au point de vue de la distorsion.

La gutta-percha est la plus chère des matières employées dans la confection d'un câble sous-marin et il est toujours avantageux d'obtenir une certaine constante d'affaiblissement au moyen de la plus faible épaisseur de gutta qui suffise à la sécurité mécanique.

Une règle, souvent suivie par les industriels, est de donner à

Digitized by Google

la gutta une épaisseur minimum T qui varie comme la racine carrée du diamètre d du conducteur

$$T = a\sqrt{d} \qquad (9)$$

a étant une constante déterminée par l'expérience.

L'Administration britannique a adopté récemment les formules :

Pour les câbles pupinisés : $T = 8\sqrt{d}$ (10)

Pour les câbles Krarup : $T = 8\sqrt{d+2t}$ (10-a)

Dans ces formules, les longueurs sont mesurées en mils (millièmes de pouce), t désigne l'épaisseur de l'enroulement de fer du câble Krarup.

En ce qui concerne l'économie à réaliser pour une certaine constante d'affaiblissement, on voit dans la table de la page 263 que, un conducteur pupinisé pesant 75 kg. 3 au km. et isolé avec 48 kg. 01 au km. de gutta, ancien type, a un affaiblissement $\beta = 0{,}00949$ par km. Le même coefficient d'affaiblissement peut être obtenu avec la nouvelle gutta avec moitié moins de cuivre et moins de gutta. Ainsi le câble pupinisé anglo-belge a un affaiblissement β d'environ 0,01 par km. pour 39 kg. 12 de cuivre et 36 kg. 68 de gutta au km. On a fait encore mieux depuis, mais les nombres que nous donnons suffisent à démontrer l'avantage de la nouvelle gutta.

Il résulte des considérations précédentes que l'amélioration du diélectrique des câbles sous-marins est d'une grande importance pour les circuits à self additionnelle. Pour les circuits dépourvus de self additionnelle, l'effet de la conductance de perte sur l'affaiblissement est relativement petit. Ceci explique, sans aucun doute, pourquoi les tentatives de réduire cette conductance sont seulement récentes, après avoir parlé des qualités électriques du diélectrique il est aussi évident que les propriétés mécaniques, de tout nouveau diélectrique, doivent être étudiées avec le plus grand soin. Maintenant que l'on est fixé sur l'infériorité de l'ancien type de gutta-percha, il est probable que les économies et l'amélioration de la transmission résultant des améliorations du diélectrique, seront des stimulants pour faire faire de nouveaux progrès dans ce sens.

Digitized by Google

Avant de quitter cette partie de notre sujet, nous rappelons qu'il est également important au point de vue d'ensemble de réduire $\frac{R_l}{L_l}$ que de diminuer la conductance de perte. On a déjà beaucoup fait pour réduire $\frac{R_l}{L_l}$, mais aussi longtemps que $\frac{G}{C}$ sera beaucoup plus grand que $\frac{R_l}{L_l}$, $\frac{G}{C}$ nécessitera une attention spéciale.

Comparaison technique des câbles pupinisés et des câbles Krarup.

A l'heure actuelle, la pupinisation et la krarupisation sont les moyens adoptés généralement pour améliorer la transmission téléphonique sur les câbles sous-marins. Ces deux méthodes sont très différentes dans leurs procédés et diffèrent également quant à leurs effets électriques. Un examen des détails sans préférence pour l'une ou pour l'autre, facilitera la compréhension des différences entre les deux types de câbles.

L'objet de cette partie de notre étude est de fournir les données de la comparaison ; d'où l'on pourra tirer un aperçu de coût de premier établissement.

Le coût de l'entretien et la sûreté du fonctionnement sont l'objet de controverses et ne seront pas traités ici où nous nous plaçons seulement au point de vue théorique. Sur ces points, on pourrait probablement obtenir des renseignements auprès des administrations qui utilisent les câbles.

Self-induction additionnelle dans les câbles téléphoniques. — La quantité de self qui peut être ajoutée dans un circuit pupinisé n'est limitée que par le fait que les bobines doivent être placées à intervalles réguliers convenables.

On a constaté expérimentalement en Angleterre, que l'espacement des bobines selon la règle suivante donne des résultats satisfaisants :

$$C L D = 25 \qquad (11)$$

Digitized by Google

C, désigne la capacité en microfarads par mile de circuit.

L, la self d'une bobine en millihenrys.

D, la distance séparant les bobines mesurées en miles. 25 représente le maximum admissible du produit C L D.

La plus grande valeur de self employée jusqu'ici dans les câbles sous-marins est 100 millihenrys, avec les bobines espacées de un nœud (1.852 mètres). La méthode Krarup (étant données les valeurs des perméabilités) ne permet pas de beaucoup de s'approcher de ces chiffres, ou ne dépasse généralement pas beaucoup 20 millihenrys.

La quantité de self, ajoutée à un câble par une quantité de fer donnée, est indiquée par la formule suivante dont la démonstration se trouve dans la *Theoretische Telegraphie*, de Breisig, p. 322.

$$L = 4\,l\left(\log\frac{2\,d}{r} + \frac{1}{4} + \mu\,\frac{\pi\,t^2}{2\,(2r+t)\,(t+a)\,(1+\alpha)}\right) \qquad (12)$$

où l est la longueur en centimètres, $2\,d$ est la distance d'axe en axe des fils, r le rayon de chaque fil, μ la perméabilité du fer, t est l'épaisseur de l'enroulement de fer, a et α sont des coefficients pour tenir compte des pertes d'énergie.

Si l'on néglige les pertes d'énergie, la formule devient :

$$L = 4\,l\left(\log\frac{2\,d}{r} + \frac{1}{4} + \mu\,\frac{\pi\,t^2}{2\,(2r+t)\,t}\right) \qquad (13)$$

et sous cette forme elle apparaît comme suffisante en pratique. (M. Devaux-Charbonnel, dans la *Lumière électrique* du 15 juin 1912.)

La différence entre les deux formules peut cependant s'élever presqu'à plusieurs pour cent.

Dans l'expression de L, la première partie $4\,l\left(\log\frac{2\,d}{r}+\frac{1}{4}\right)$ représente la self naturelle du circuit dépourvu de fer, la self additionnelle est donc :

$$L = \mu\,\frac{2\,\pi\,l\,t}{2r+t} \qquad (14)$$

Digitized by Google

et en remplaçant $2r$ par d, qui sera maintenant le diamètre du fil, nous avons :

$$L = \frac{\mu\ 2\ \pi\ l\ t}{d + t} \qquad (15)$$

Si l'enveloppe de fer est constituée de plusieurs couches p, chacune d'épaisseur t, la formule devient :

$$L = \frac{2\ \pi\ \mu\ l p\ t}{d + p\ t}$$

Cette expression est donnée en unités absolues, en la transformant en henrys par kilomètre, on a :

$$L = 10^4 \times 2\ \pi\ \mu \times \frac{p\ t}{d + p\ t} \qquad (16)$$

Le nombre à prendre pour la perméabilité μ est quelque peu incertain. On a parfois pris $\mu = 120$; mais M. Devaux-Charbonnel considère que 110 convient à la formule simplifiée et quelques autres auteurs prennent une valeur encore plus faible. Cela dépend pour beaucoup de la matière employée.

L'augmentation de résistance apportée par la self additionnelle dans les câbles Krarup a fait l'objet de recherches complètes de Larsen, et Breisig donne la formule suivante à la page 323 de la *Theoretische Telegraphie*, d'après les travaux de Larsen :

$$R_2 = \frac{S_c\ \pi^2\ \mu^2\ \omega^2\ t^4}{4\ (2\ r + t)\ (t + a)\ (1 + \alpha)^2} \qquad (17)$$

où S_c est la conductibilité spécifique en unités C. G. S. du fer, t l'épaisseur de l'enroulement de fer, r le rayon du fil de cuivre, $\omega = 2\ \pi\ n$, μ est la perméabilité, a et α sont des facteurs de correction, comme dans (11).

En négligeant ces derniers facteurs, nous avons :

$$R_2 = \frac{S_c\ \pi^2\ \mu^2\ \omega^2\ t^3}{4\ (2\ r + t)} \qquad (18)$$

En remplaçant la conductibilité spécifique par la résistance

Digitized by Google

spécifique $S_c = \frac{1}{\rho}$, ω par $2\pi n$ et $2r$ par le diamètre du fil de cuivre, on a :

$$\frac{4\pi^4 \mu^2 n^2 t^3}{4\rho(d+t)} \qquad (19)$$

Dans cette formule, toutes les dimensions sont en centimètres. En convertissant en ohms par kilomètre, nous obtenons :

$$R_2 = 10^{-4} \frac{\pi^4 \mu^2 n^2 t^2}{\rho} \quad \frac{t}{d+t} \qquad (20)$$

Épaisseur de fer nécessaire à produire la même self dans des conducteurs de différents diamètres d.

La quantité $\frac{pt}{d+pt}$ de la formule (16) peut être écrite :

$$\frac{pt}{d+pt} = \frac{1}{\frac{d}{pt}+1} \qquad (21)$$

et sous cette nouvelle forme, l'on peut voir que l'expression ne change pas de valeur lorsque $\frac{d}{pt}$ reste constant. Dans ce cas, la self additionnelle reste donc constante.

Il est donc évident que pour donner la même self additionnelle à des conducteurs de différents diamètres, l'épaisseur t de l'enroulement de fer doit être augmentée proportionnellement au diamètre.

Les conséquences de cette surépaisseur sur le prix du câble sont considérables, car l'épaisseur de la gutta-percha sera elle-même intéressée.

Effet, sur un même conducteur, de la variation d'épaisseur de l'enroulement de fer.

Si dans la formule (16) on fait d constant et t variable, on a :

$$\frac{dL}{dt} = \frac{dp}{(d+pt)^2} \qquad (22)$$

Cette expression montre que lorsque t est très petit L varie

Digitized by Google

plus vite que lorsque t est grand : une mince couche de fer enroulée autour du conducteur augmente proportionnellement davantage la self qu'une couche épaisse. Exemple : on voit sur la table de la page 263 que l'enroulement de fer nécessaire pour produire sur un conducteur de cuivre 6 millihenrys par kilomètre est plus efficace en proportion (de 5 %) que celui qui est nécessaire pour produire 8,7 millihenrys. La différence n'est pas grande, bien que des épaisseurs de fils beaucoup plus considérables soient employées.

On peut aussi traduire par une formule la relation entre l'épaisseur du fil et le coefficient d'affaiblissement :

La formule (16) donne la self L d'un fil de diamètre d entouré d'une couche de fer t. Si le même conducteur de diamètre d était entouré d'une couche d'épaisseur différente t_1 donnant une self L_1, l'on a

$$\frac{L}{L_1} = \frac{10^{-4} \times 2\pi\mu \times \frac{p\,t}{d + p\,t}}{10^{-4} \times 2\pi\mu \times \frac{p\,t_1}{d + p\,t_1}}$$

$$\text{ou} \qquad \frac{L}{L_1} = \frac{(d + p\,t_1)\,p\,t}{(d + p\,t)\,p\,t_1} \qquad (23)$$

Désignons maintenant par t l'épaisseur de fer nécessaire à produire la valeur de L exigée par (3) et par t_1 l'épaisseur de fer nécessaire à produire une valeur moindre quelconque L_1, t et d seront donc des constantes et t_1 variable. Nous pourrons alors écrire (7) :

$$\left.\begin{aligned} \frac{\sqrt{\frac{(d + p\,t_1)\,p\,t}{(d + p\,t)\,p\,t_1}} + \sqrt{\frac{(d + p\,t)\,p\,t_1}{(d + p\,t_1)\,p\,t}}}{2} &= y_1 \\ \beta &= \beta_m \times y_1 \end{aligned}\right\} \qquad (24)$$

Il serait intéressant de construire la courbe des variations de t, en fonction de β, surtout pour faire la comparaison avec la variation de t dans la formule (29).

Dans les câbles Krarup, la valeur de β_m n'est jamais atteinte

Digitized by Google

en pratique, ainsi pour le conducteur étudié dans le tableau de la page 263 il faudrait un fil de fer de 1 mm. 486 pour atteindre β_m avec l'ancien diélectrique et encore beaucoup plus épais pour atteindre β_m avec le nouveau diélectrique. De telles épaisseurs de fil ne seront probablement pas employées.

Lorsque le conducteur augmente de diamètre, l'équation (3) montre qu'il faut moins d'induction additionnelle, mais on voit sur (21) et (22) que l'épaisseur de fil de fer augmente pour une induction donnée. De plus, (20) montre que la résistance effective croît comme la troisième puissance de l'épaisseur de fer t mais cette perte serait probablement réduite en employant du fer laminé.

Le principal objet de la création d'inductance reste cependant la réduction de la constante d'affaiblissement. La relation entre L et β est donnée par (8). Les calculs faits sur cette formule montrent que lorsque l'on a atteint la moitié seulement de l'induction exigée par (3), la constante d'affaiblissement diffère de 6 °/₀ de β_m.

On voit par les considérations qui précèdent que le coût de la krarupisation d'un câble serait considérablement affecté par l'augmentation du diamètre du conducteur de cuivre. Avant d'engager une telle dépense, il convient de considérer si l'effet de la krarupisation sur β la justifie.

Effet de la krarupisation sur l'épaisseur et le poids de la gutta-percha.

Dans un câble isolé à la gutta, la krarupisation du conducteur entraîne une augmentation de l'épaisseur et du poids de la gutta. Cette augmentation de poids peut se traduire par une formule en supposant qu'on conserve pour la gutta le même coefficient de sécurité mécanique pour les câbles non krarupisés ou krarupisés.

Nous rappelons en premier lieu que la capacité dépend du rapport $\frac{D}{d}$, D étant le diamètre de la gutta et d le diamètre du

Digitized by Google

conducteur. Si l'on maintient le rapport $\frac{D}{d}$ constant, la capacité sera aussi constante.

Dans le câble krarupisé d devient $d + 2t$; on peut montrer que la relation entre les poids de gutta donnant la *même capacité* dans les deux cas est :

$$W_1 = \left(1 + \frac{2t}{d}\right)^2 W \qquad (25)$$

W_1 désigne le poids de gutta pour le câble krarupisé de même capacité que le câble non krarupisé.

Cette formule n'a cependant qu'un intérêt théorique, car il n'est pas usuel, ni économique, de maintenir la capacité constante. La règle habituellement adoptée est celle qui a été donnée dans le formule (9).

Les épaisseurs comparatives de gutta nécessaires respectivement pour un conducteur pupinisé et un conducteur krarupisé seront donc :

$$\frac{T}{T_1} = \frac{8\sqrt{d + 2t}}{8\sqrt{d}} \qquad \text{tiré de (10) et (10 } a\text{)}$$

ou

$$T_1 = \sqrt{1 + \frac{2t}{d}}\, T \qquad (26)$$

La surface de la section de gutta pour une âme de diamètre extérieur D contenant un conducteur de diamètre d est

$$\pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

et cette surface est proportionnelle au poids de gutta par unité de longueur. Ces poids pour deux câbles pupinisés ou krarupisés de même coefficient de sécurité mécanique satisfont donc à la relation :

$$\frac{D_1^2 - (d + 2t)^2}{D^2 - d^2} W = W_1 \qquad (27)$$

où W est le poids de gutta pour le câble pupinisé et W_1 pour le câble Krarup.

Digitized by Google

On peut prendre pour poids approximatif exprimé en livres par nœud, d'après la formule (10) :

$$W = 1{,}9\ (d - 38) \qquad (28)$$

et dans le cas de la formule (10 *a*)

$$W_1 = 1{,}9\ [(d + 2\ t) - 38] \qquad (29)$$

Dans ces deux formules, d est exprimé en mils (millièmes de pouce).

Pour montrer l'effet de la krarupisation un exemple ne sera pas inutile :

Un conducteur de cuivre pesant 75 kgs 3 au km. a un diamètre extérieur d de 3 mm. 6. D'après (28), le poids de gutta nécessaire est de 48 kgs 01 au km. Si ce conducteur de cuivre est krarupisé avec du fil de fer de 0 mm. 057 on aura $d + 2\ t =$ 3 mm. 714 et d'après (29) le poids de gutta sera 65 kgs 04 au km. (voir la table de la page 263).

Comparaison des capacités électrostatiques des câbles pupinisés et Krarup.

On a la formule $$C = \frac{A}{\log \frac{D}{d}} \qquad (30)$$

où C est la capacité par unité de longueur, D et d sont les grandeurs déjà connues et A une constante dépendant de la nature du diélectrique.

Pour un câble pupinisé nous avons :

$$D = d + 2\ T$$

et pour un câble Krarup, nous avons :

$$D_1 = d + 2t + 2\ T_1$$

d'où $$\frac{C_1}{C} = \frac{\log \frac{d + 2\ T}{d}}{\log \frac{d + 2t + 2\ T_1}{d + 2t}}$$

Digitized by Google

En portant dans cette formule les valeurs de T et T_1, tirées de (9) :

$$\frac{C_1}{C} = \frac{\log \dfrac{d + 2a\sqrt{d}}{d}}{\log \dfrac{d + 2t + 2a\sqrt{d + 2t}}{d + 2t}}$$

$$= \frac{\log \left(1 + \dfrac{2a}{\sqrt{d}}\right)}{\log \left(1 + \dfrac{2a}{\sqrt{d + 2t}}\right)} \qquad (31)$$

ou encore

$$\frac{C_1}{C} = \frac{\log \left(1 + \dfrac{16}{\sqrt{d}}\right)}{\log \left(1 + \dfrac{16}{\sqrt{d + 2t}}\right)} \qquad (32)$$

d et t étant ici exprimés en mils (millièmes de pouce).

La différence de capacité des deux sortes de câbles n'est pas bien grande si la krarupisation ne comporte qu'une faible épaisseur de fer.

Par exemple, l'augmentation de capacité obtenue en krarupisant un conducteur de 3 mm. 6 avec du fil de fer de 0 mm. 457 est de 7 % environ.

Dans un câble pupinisé, surtout quand il est aménagé pour des circuits combinés, les bobines ajoutent aussi un peu de capacité au circuit. On ne commettra pas d'erreur sensible en supposant que les deux types de câble ont la même capacité et c'est ce que nous avons fait dans la suite de cette étude.

Comparaison de la distorsion dans les câbles pupinisés et les câbles Krarup.

Lorsque l'affaiblissement varie avec la fréquence, la déformation de la voix en est la conséquence.

La variation du coefficient d'affaiblissement dépend de trois facteurs principaux :

1° On sait que dans un câble pupinisé, si l'espacement des

Digitized by Google

bobines est assez faible par rapport à la longueur d'onde d'une fréquence donnée, le circuit pupinisé équivaut sensiblement à un circuit sur lequel la self serait uniformément répartie. (Voir FLEMING, *Propagation of Electric Currents in Telegraph and Telephone Conductors*, p. 130.)

Si cependant les bobines sont trop espacées, l'onde subit des réflexions et il en résulte un affaiblissement plus élevé.

Cet effet augmente d'autant plus que les bobines sont plus espacées pour une onde donnée. Il est alors évident que l'espacement des bobines étant fixe et le nombre d'ondes de diverses fréquences très élevé, comme c'est le cas dans la voie humaine, l'affaiblissement sera plus grand pour les notes aiguës et leurs harmoniques puisque la longueur d'onde diminue et que les sons aigus à haute fréquence ont moins de bobine par longueur d'onde.

2° La résistance effective des câbles à self additionnelle augmente avec la fréquence, soit par suite de la présence des bobines, soit par suite de celle de l'enroulement de fer des câbles krarup.

3° La conductance de perte des câbles sous-marins augmente avec la fréquence.

Le premier facteur de distorsion n'existe pas dans les câbles krarup, et il est réduit au minimum compatible avec la sécurité mécanique dans les câbles pupinisés où l'on met les bobines assez près l'une de l'autre pour permettre aux fréquences les plus élevées de la voix humaine de passer avec peu de perte. En pra tique, l'importance de ce premier facteur est moindre que celle des deux autres.

En ce qui concerne le second facteur de distorsion, la formule (20) montre que dans les câbles Krarup, l'augmentation de résistance effective varie comme le carré de la fréquence. Les expériences faites en Angleterre sur les bobines Pupin utilisées pour les câbles sous-marins ont prouvé que leur résistance effective n'augmente pas aussi vite que le carré de la fréquence. La perte $\frac{R_1}{L_1}$ à $2\pi f = 5\,000$ est en outre plus grande dans les câbles Krarup.

En ce qui concerne le troisième facteur, la perte est commune

Digitized by Google

aux deux types de câble, mais les effets de la conductance de perte augmentent sensiblement avec la self comme on peut le voir en écrivant β sous la forme :

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}} \qquad (32)$$

Le second terme de β croît proportionnellement à $\sqrt{L}$ dans un câble de perte G constante. Pour cette raison, un câble pupinisé devrait avoir une distorsion plus grande qu'un câble Krarup, dans lequel l'induction est toujours moindre.

En résumé, les câbles des deux types sont sujets à la distorsion, mais le câble pupinisé en sera plus affecté que le câble Krarup.

On ne trouve pas beaucoup de publications ayant donné une comparaison complète des deux types de câbles ; à ce point de vue Petritsch (*Electrotechnick und Maschinenbau*, 6 juillet 1713, p. 595) a trouvé que le câble Krarup posé dans l'Adriatique a une distorsion 11 % plus faible que le câble pupinisé anglo-belge entre les limites $2\pi f = 3\,000$ et $2\pi f = 7\,500$.

On doit cependant noter que le câble Adriatique est fait avec l'ancienne gutta-percha et le câble anglo-belge avec la nouvelle.

Comparaison des impédances caractéristiques des câbles pupinisés et des câbles Krarup.

Dans la plupart des cas que nous avons en vue, les câbles sous-marins sont au milieu d'un circuit prolongé à chaque extrémité par des lignes terrestres. En supposant qu'il s'agisse de communications à grande distance, les lignes terrestres seront constituées par des fils de cuivre de fort diamètre, par exemple de 5 m/m. L'impédance caractéristique de ces fils reste dans le voisinage de 600 ohms avec un petit angle. Lorsque les lignes terrestres sont pupinisées, elles ont habituellement une impédance de 2.000 ohms, toujours avec un angle négligeable, les câbles sous-marins pupinisés peuvent avoir de 500 à 1.000 ohms et les câbles Krarup varient

Digitized by Google

habituellement de 240 à 350 ohms. L'impédance des câbles pupinisés est donc plus voisine de celle des lignes aériennes que ne l'est celle des câbles Krarup.

Dans le cas des circuits combinés, à double fil, l'impédance serait environ la moitié des chiffres précédents et les avantages du câble pupinisé encore plus marqués, bien que dans ce cas il y ait des pertes.

Les pertes entre un circuit combiné avec retour par la terre et les circuits voisins seraient encore plus grandes et deviendraient importantes. En pareil cas, on doit nécessairement faire usage de transformateurs, mais les enroulements pourraient être calculés pour avoir la même impédance que les lignes auxquelles ils seront connectés. (Voir M. DEVAUX-CHARBONEL, dans la *Lumière Electrique* du 15 février 1913).

Si l'on n'avait pas pris de telles dispositions pour l'exploitation en circuits combinés des câbles du Pas-de-Calais par exemple, les pertes dues aux réflexions dépasseraient notablement, dans certains cas, celles dues au βl du câble et cet effet serait plus grand dans les câbles Krarup que dans les cables pupinisés.

Une application des formules précédentes.

Comme application des principales formules que nous avons données précédemment nous avons dressé le tableau suivant :

Ce tableau se rapporte à un modèle de conducteur qui a été récemment employé pour plusieurs câbles Krarup et aussi pour un câble pupinisé.

Pour le câble pupinisé, le tableau donne, pour les deux sortes de diélectrique dont nous avons parlé, la self, l'impédance et le facteur y. Le nouveau diélectrique fait gagner 40 % sur le coefficient d'affaiblissement et l'on peut se rendre compte que la pupinisation approche et même atteint la constante d'affaiblissement β_m dans les deux cas.

Pour le câble Krarup, on voit que la constante d'affaiblissement est plus élevée, ainsi que le poids de gutta ; on voit aussi

Digitized by Google

CABLES TÉLÉPHONIQUES SOUS-MARINS

Tableau de comparaison des dimensions et des constantes électriques de câbles pupinisés, et de câbles Kramp, ayant une résistance de 4 ohms par kilomètre.

	PAR KILOMÈTRE																
	Poids en kil. et dimensions en mill.					Constantes électriques du circuit à $2\pi f = 5000$											
	dl câble d	t	D	Poids de cuivre	Poids de gutta	R	R de la bobine de combinaison	L ajouté	L naturel	C	$\frac{R_1}{L}$	$\frac{G}{C}$	L max	$\beta m \times y = \beta$			Z o (ohms)
														βm	y	β	
Câble pupinisé.	3.6		8.484	75.3	48.011	4	0.76	0.030	0.001	0.119×10^{-6}	40	120	0.030	0.00949	1	0.00949	500
	3.6		8.484	75.3	48.011	4	1.078	0.054	0.001	0.108×10^{-6}	40	20	0.084	0.00566	1.04	0.00588	707
Câble Krarup.	3.6	0.305	9.449	75.3	59.41	4	—	0.006	0.001	0.119×10^{-6}	60	120	0.022	0.00922	1.17	0.0108	243
	3.6	0.457	9.931	75.3	65.04	4	—	0.0087	0.001	0.119×10^{-6}	60	120	0.022	0.00922	1.08	0.010	286
	3.6	0.305	9.449	75.3	59.41	4	—	0.006	0.001	0.108×10^{-6}	60	20	0.050	0.00588	1.54	0.0090	255
	3.6	0.457	9.931	75.3	65.04	4	—	0.0087	0.001	0.108×10^{-6}	60	20	0.050	0.00588	1.35	0.00794	300

Digitized by Google

que l'impédance caractéristique a des valeurs moins favorables que pour le câble pupinisé.

La différence des résultats obtenus avec les deux types de diélectrique est toujours tangible. On voit qu'avec l'ancien diélectrique le câble Krarup s'approche de β_m, mais au point de vue des dépenses de premier établissement le coefficient d'affaiblissement n'est pas en rapport avec la quantité de matière employée. Avec le nouveau diélectrique, on obtient des valeurs de β plus faibles qu'avec l'ancien, mais y est beaucoup plus élevé ; dans les deux exemples traités dans notre tableau, β est de 54 % plus élevé que β_m dans un cas et de 35 % dans l'autre.

En somme, lorsqu'on utilise un bon diélectrique et que $\frac{R_1}{L_1}$ est faible, il faut que l'on puisse réaliser des valeurs élevées de L pour bien tirer parti de ces deux avantages, et cela sera d'autant plus important que l'on sera capable de réduire $\frac{R}{L} + \frac{G}{C}$. Pour rendre le câble Krarup capable de satisfaire à cette condition d'une façon économique, il faudrait avoir des fers de perméabilité beaucoup plus grande.

D'autre part la question des circuits combinés a compliqué le problème et il ne sera pas inutile de traiter aussi cette question.

Avant de quitter cette partie de notre sujet, nous tenons à attirer l'attention sur un cas où la krarupisation n'est cependant pas concurrencée par un autre procédé. C'est celui d'un câble sous-marin court dans lequel on désire un certain nombre de circuits, tels que ceux que l'on rencontre en Grande-Bretagne dans les estuaires.

L'administration britannique a étudié, pour ces cas, un câble contenant sept carrés de deux paires, soit quatorze paires pouvant composer sept circuits combinés. Le poids du fil est de 17 kgs 12 au km. et celui de la gutta de 24 kgs 45. On suppose que le coefficient d'affaiblissement ne dépasse pas celui de l'ancien type de câble non chargé de self où les conducteurs pesaient 39 kgs 12 au km. et la gutta 73 kgs 35. Le nouveau câble sera moins volumineux, coûtera meilleur marché et aura une impédance plus élevée que l'ancien.

Digitized by Google

Expériences relatives à la constitution de quatre circuits, dont deux combinés sur un câble téléphonique à quatre conducteurs.

En outre des deux circuits normaux du câble téléphonique anglo-français à quatre conducteurs, deux circuits combinés ont été mis en service sur ce câble de type Krarup entre Abbots Cliff et le cap Gris-Nez. Le fonctionnement de ces circuits était satisfaisant quelques mois avant la guerre.

L'un des circuits combinés est un circuit métallique, l'autre est constitué par les quatre fils en parallèle mis à la terre à chaque extrémité du câble. Il est curieux de remarquer que ceci prouve en même temps la possibilité d'une communication à simple fil sur une artère à gros trafic et celle d'obtenir quatre communications téléphoniques à meilleur marché qu'on ne les aurait en immergeant quatre câbles à un seul conducteur.

Ces réalisations tiennent au fait que la mer n'est pas trop profonde. Il n'y a aucune difficulté à poser un câble à quatre conducteurs dans le Pas-de-Calais ou plus généralement à l'entour des côtes anglaises, mais dans les mers profondes, il y a des cas où le poids d'un tel câble serait trop grand, tandis qu'un câble à un seul conducteur pourrait être posé.

Il peut être intéressant de donner le schéma théorique de la constitution de quatre circuits dans un câble à quatre fils et d'indiquer que cette méthode d'exploitation est également applicable à un câble pupinisé, analogue à ceux de l'Administration anglaise.

Ce schéma fut proposé pour la première fois par l'administration anglaise, et il trouva sa première application sur le câble Krarup. Les essais sur câbles pupinisés n'étaient pas encore achevés quand la guerre éclata. Un seul circuit combiné a été établi entre l'Angleterre et l'Irlande de même qu'entre Londres et Bruxelles. Jusqu'à l'heure actuelle, le câble Krarup présente seul la particularité de résoudre en même temps le problème de la ligne téléphonique à simple fil sur une artère à gros trafic et

Digitized by Google

celui de l'obtention de quatre circuits téléphoniques avec quatre fils dans un seul câble.

Le schéma théorique est donné dans la figure 2. On y voit que les quatre fils du câble sont prolongés aux extrémités par trois circuits terrestres, le quatrième étant obtenu par combinaison. Ceci est naturellement possible en théorie, mais dans bien des cas (en particulier dans l'exploitation franco-anglaise), les lignes aériennes sont trop longues ou les conditions trop difficiles pour permettre d'équilibrer de façon satisfaisante les sections aériennes à combiner. Dans un tel cas on a quatre circuits aériens.

Il est essentiel d'éviter toute connexion directe entre les fils du câble et les fils terrestres. En observant cette règle, les courants d'induction produits dans les fils terrestres par des sources perturbatrices (télégraphe par exemple) et dont le sens est indi-

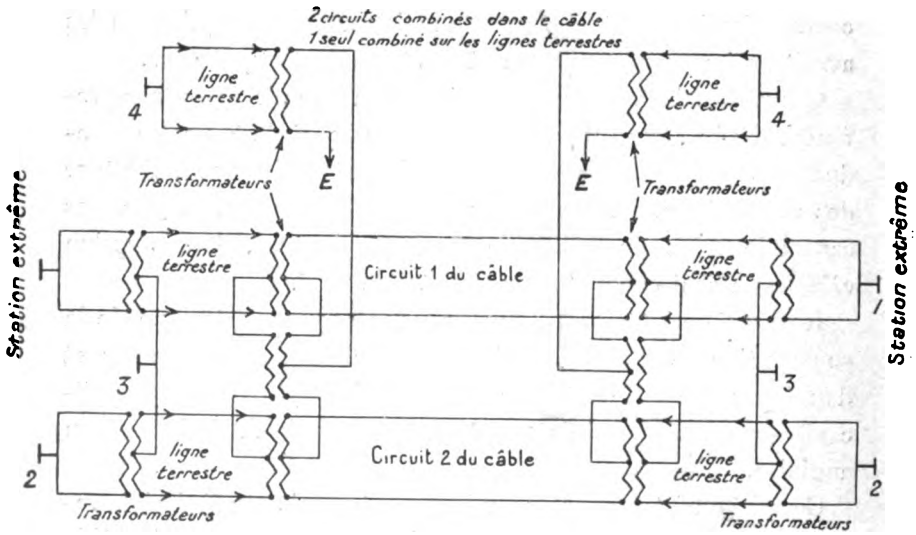


Fig. 2. — Schéma théorique de la constitution de 2 circuits combinés dans un câble à 4 conducteurs.

qué sur le schéma par des flèches, sont annulés au point central du transformateur côté aérien. S'il y avait des connexions métalliques entre les fils aériens et le câble, ceci ne serait pas le cas et au contraire les courants induits passant en parallèle sur

Digitized by Google

les fils du câble troubleraient le circuit combiné avec retour par la terre et le rendraient probablement impraticable. Ceci fut prouvé par les expériences préliminaires à l'établissement des circuits combinés.

La seule difficulté sérieuse que l'on rencontre dans l'établissement de quatre circuits dans un câble provient de ce fait que les quatre conducteurs du câble n'ont pas exactement les mêmes constantes électriques.

C'est la capacité des quatre fils surtout qui n'est pas égale et tend à produire des troubles par induction dans un câble à self additionnelle.

La capacité des câbles sous-marins est considérable. Par exemple, la capacité d'un simple fil de gros diamètre par rapport à la terre dans un câble isolé à la gutta-percha est souvent supérieure à 0 microfarad 22 par km. Une légère différence dans la capacité de fils analogues mis en parallèle pour constituer un circuit combiné est suffisante pour produire une induction appréciable. Cette source de déséquilibre affecte également les câbles pupinisés et les câbles Krarup, et si l'on veut obtenir de bons circuits combinés, il faut égaliser les capacités avec beaucoup plus de soin qu'on ne le fait généralement en usine.

Dans les câbles souterrains on tourne la difficulté en croisant les fils de façon que les conducteurs aient des capacités égales. La pupinisation des circuits combinés dans ces câbles ne présente pas de difficultés insurmontables et elle est en effet réalisée en Angleterre. Dans le cas d'un câble sous-marin à quatre fils la difficulté est grandement accrue à la cause de la valeur élevée de la capacité et du fait que le nombre possible des combinaisons de quatre fils est beaucoup plus petit que dans les câbles souterrains. Si l'on peut surmonter d'une façon satisfaisante la difficulté d'égaliser les capacités, il n'y a aucune raison de penser qu'on ne pourra pas dans tous les cas faire quatre circuits téléphoniques avec un câble à quatre fils. Les expériences réalisées sur le câble franco-anglais sont donc pleines de promesses; cependant, les bons résultats obtenus ont été facilités par les distances du câble aux stations extrêmes, ce qui a eu pour

Digitized by Google

résultat d'atténuer tout trouble inductif qui aurait été localisé dans le câble seulement.

Pour conclure, si beaucoup de progrès ont été faits, il en reste encore beaucoup à faire pour améliorer les câbles téléphoniques sous-marins; surtout en ce qui concerne l'équilibrage électrique des conducteurs d'un câble à quatre fils. Probablement aussi le dernier mot n'a pas été dit sur la perméabilité du fer, la diminution des pertes dues au diélectrique et la résistance effective. Enfin on peut perfectionner les procédés de construction mécanique.

A l'heure actuelle, l'état de développement de la question est tel qu'une étude soigneuse de tous les facteurs est nécessaire dans un cas donné pour que l'on puisse arriver à une conclusion satisfaisante.

Digitized by Google

Les lignes téléphoniques souterraines interurbaines.

Par M. Georges VIARD,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Le développement rapide de la téléphonie entraîne une orientation de plus en plus marquée vers l'abandon des conducteurs aériens et l'emploi des câbles souterrains. Dans beaucoup de cas, ce mode de construction s'impose déjà, par suite de l'accroissement énorme du nombre des circuits. L'extension des artères de fils aériens devient chaque jour plus difficile, car la place dont on dispose le long des voies ferrées pour leur établissement se restreint sans cesse, en raison du développement que les compagnies de chemins de fer donnent elles-mêmes à leurs installations.

Il est donc intéressant d'examiner la constitution technique des lignes téléphoniques souterraines interurbaines et les résultats qu'elles donnent au point de vue commercial.

Les câbles téléphoniques ordinaires ne permettent pas la transmission téléphonique à grande distance ; c'est donc à l'emploi de câbles améliorés que l'on doit recourir. La théorie montre que l'accroissement de la self-induction d'une ligne augmente ses qualités transmissives. Pratiquement, deux procédés peuvent être employés pour obtenir une augmentation artificielle de la self-induction. Le premier, connu sous le nom de *krarupisation*, du nom de l'ingénieur danois Krarup qui le mit en œuvre, consiste à augmenter la perméabilité de l'espace entourant les conducteurs, en enroulant en spires jointives, autour des fils de

Digitized by Google

cuivre qui constituent le circuit, un fil de fer doux oxydé dont le diamètre est de 2 à 3 dixièmes de millimètre.

Le second procédé, que l'on désigne sous le nom de *pupinisation*, est dû au docteur Pupin, qui indiqua que la self-induction additionnelle peut, sans inconvénient, être produite par des bobines de self-induction intercalées de place en place dans le circuit, à condition toutefois que ces bobines ne soient pas trop espacées.

Il précisa le degré d'équivalence entre un conducteur non homogène ainsi constitué et le conducteur homogène correspondant qui aurait la même résistance et la même self-induction totale mais uniformément réparties, dans la règle qui porte son nom et qu'il énonça sous la forme suivante : *Un conducteur non homogène est sensiblement équivalent au conducteur homogène correspondant comme* $\frac{\varphi}{2}$ *l'est à sin* $\frac{\varphi}{2}$. L'angle φ est la *distance angulaire* de deux bobines, la distance angulaire 2π correspondant à la longueur d'onde. En désignant par l la distance entre deux bobines consécutives et λ la longueur d'onde, on a donc :

$$\frac{\varphi}{2\pi} = \frac{l}{\lambda}.$$

La pupinisation permet de réaliser une self additionnelle plus grande que la krarupisation et, de plus, son application est d'un prix de revient beaucoup plus avantageux. C'est donc elle qui, actuellement, est exclusivement à employer dans la construction des câbles interurbains de quelque développement. La krarupisation ne doit être envisagée que dans les cas très particuliers.

Nous limiterons donc cette étude à l'examen de l'établissement des câbles pupinisés et des résultats qu'ils donnent. La question a été exposée au point de vue théorique sous bien des aspects, il serait fastidieux d'y revenir.

Nous nous bornerons à l'envisager du côté pratique.

Les premières applications de la pupinisation remontent à quinze années. Depuis lors, des progrès énormes ont été faits dans le domaine de la construction ; la période de tâtonnements est maintenant passée et les grandes Compagnies et les Adminis-

Digitized by Google

trations ont déjà « standardisé » la pupinisation En matière téléphonique, il est d'usage de tout « standardiser », c'est-à-dire de codifier les règles générales de construction et d'exécution de toute nature et d'arrêter des types de matériel adaptés aux besoins courants. Cette façon de faire est naturellement économique ; d'autre part, elle n'entraîne pas d'inconvénients, car en téléphonie, les cas semblables se répètent à l'infini ; il est donc tout naturel d'employer des méthodes et des appareils bien étudiés avec lesquels le personnel est vite familiarisé.

Ce système n'entraîne d'ailleurs pas l'abandon du bénéfice de tout progrès ultérieur. Il est, en effet, presque inutile de dire que les standards sont améliorés lorsque des progrès jugés suffisants justifient le remplacement des types jusqu'alors employés. L'évolution normale d'une innovation en matière de téléphonie est donc toujours la suivante : l'idée est d'abord étudiée au point de vue théorique ; des essais sont entrepris en laboratoire et lorsqu'ils sont suffisamment concluants on passe à des réalisations pratiques qui font en général apercevoir des améliorations possibles ; ces améliorations sont appliquées aux installations ultérieures, qui elles-mêmes seront peut-être encore perfectionnées. Il arrive donc un moment où le matériel atteint un degré de perfection et de simplicité suffisant ; c'est à ce moment que l'on « standardise », c'est-à-dire qu'on arrête les types définitifs de matériel et qu'on énonce leurs règles d'utilisation.

L'étude de la pupinisation d'un circuit souterrain comprend : 1° la détermination de la *quantité* de self à ajouter par kilomètre, 2° la *répartition* des bobines renfermant cette self et 3° la *spécification* des bobines. Lorsque l'on augmente la self-induction d'un circuit, son affaiblissement diminue d'abord, pour croître ensuite à partir d'un certain moment : il y a un minimum possible de l'affaiblissement et une valeur optimum de la self-induction qu'il serait inutile et même nuisible de dépasser ; aussi l'appelle-t-on souvent, la *self maximum*. Pour des circuits de capacité donnée, la self maximum est proportionnelle à la résistance kilométrique. Elle varie donc beaucoup avec le diamètre des conducteurs.

Digitized by Google

Pratiquement, la quantité de self ajoutée est toujours assez largement inférieure à la self maximum. Nous indiquerons plus loin les raisons qui motivent cette façon de faire.

En ce qui concerne la répartition de la self additionnelle, la règle de Pupin, sous la forme où elle a été énoncée, n'est pas immédiatement applicable : il faut, pour les besoins courants, une règle qui permette de fixer sans hésitation la distance entre les bobines.

Si l'on avait à envisager la transmission de courants d'une seule fréquence, on pourrait déterminer la distance des bobines par l'écart que l'on se permettrait entre la ligne pupinisée envisagée et la ligne correspondante. Ainsi, par exemple, pour une tolérance de 5 °/₀, on aurait tout de suite :

$$\frac{\frac{\varphi}{2}}{\sin\frac{\varphi}{2}} = 1{,}05,$$

$$\text{d'où : } \frac{\varphi}{2} = 0{,}53, \qquad \text{et} \qquad l = \frac{L}{6},$$

ce qui veut dire qu'il faudrait 6 bobines environ par longueur d'onde.

Mais la question n'est pas aussi simple, car les courants téléphoniques ne sont pas des courants sinusoïdaux, d'une fréquence définie, mais sont composés de courants sinusoïdaux simples de beaucoup de fréquences différentes. La répartition qui correspond à un certain degré d'équivalence pour une de ces fréquences (la plus importante, par exemple), donne donc un degré d'équivalence différent pour les autres fréquences, puisque les longueurs d'ondes dépendent de ces fréquences. Certains courants sont donc affaiblis dans une proportion plus grande que les autres, et pour leur somme qui représente le courant de conversation, il y a déformation, ou, comme on dit en langage technique, *distorsion*, et cela du seul fait de la concentration de la self-induction additionnelle en des points déterminés. Cette distorsion est d'autant plus considérable que l'espacement des bobines est plus grand. Si la déformation n'est pas très grande, l'oreille peut analyser le

Digitized by Google

son articulé auquel correspond le courant ; mais, si la déformation dépasse une certaine limite, ce son n'est plus reconnaissable. J.-A. Fleming compare ce fait à ce qui se passe pour une caricature. La caricature est un dessin dans lequel les différents traits ou détails ne sont pas exactement dessinés, mais sont déformés, certains étant accrus et certains autres diminués dans des proportions variables. Si le procédé n'est pas poussé trop loin, on peut deviner de qui il s'agit, mais au delà d'une certaine limite, la caricature devient méconnaissable.

La différence entre la ligne pupinisée et la ligne homogène correspondante n'est pas la seule cause de déformation ; la variation de la perditance (1) et la variation de la résistance effective des bobines avec la fréquence en sont les *causes principales*. Pour les câbles isolés au papier ou à la gutta, la perditance effective est proportionnelle à la fréquence. La résistance effective des bobines varie également avec la fréquence en raison des pertes dans le fer par hystérésis et courants de Foucault. Il en résulte que la bonne transmission de la parole ne sera pas obtenue uniquement en appliquant la règle de Pupin, dans un sens plus ou moins strict, mais que, pour un matériel donné, ce n'est que par des essais de conversation que l'on peut déterminer l'espacement maximum admissible entre les bobines. Le résultat ainsi obtenu tient compte en bloc de toutes les causes de déformation.

La longueur d'onde, sur une ligne à forte self, est donnée par la formule : $\gamma = \frac{2\pi}{\omega\sqrt{CL}}$, C et L étant respectivement la capacité et la self-induction kilométrique, et ω la pulsation des courants considérés. La règle de Pupin, exprimant qu'il y a un certain nombre minimum de bobines par longueur d'onde, pourra donc toujours être mise finalement sous la forme $CL_1\, l < A$, A étant le nombre qui doit être, comme nous venons de le dire, à déterminer par l'expérience, l la distance entre deux bobines, C la capacité kilométrique du circuit et L_1 la self-induction totale d'une bobine. On fait intervenir la grandeur L_1, parce qu'on peut considérer que la self est due uniquement aux bobines.

(1) La perditance est l'inverse de l'isolement ; elle s'évalue en *ohms*.

Digitized by Google

En Angleterre, la règle suivie est énoncée sous la forme

$$C L_1 l < 25,$$

C, capacité du câble par mille, exprimée en microforads.

l, distance entre deux bobines, exprimée en milles.

L_1, self totale d'une bobine, exprimée en millihenrys.

Rien n'est changé si l'unité de longueur employée est le kilomètre au lieu du mille.

En Amérique, la règle pratique a reçu une autre forme : le front d'une onde qui progresse sur la ligne doit rencontrer au moins 7.000 bobines à la seconde.

En Allemagne, on fait intervenir une autre quantité, qui est la pulsation des oscillations libres d'un élément de ligne pupinisée. Chaque bobine forme, avec les moitiés des sections de lignes voisines situées de part et d'autre, un circuit oscillant, dont l'inductance est L_1 et la capacité $\frac{C l}{4}$, en tenant compte du fait que les capacités des deux sections sont montées en série. La pulsation des oscillations libres d'un tel ensemble est donnée par la formule : $\omega_0 \sqrt{L_1 \frac{C l}{4}} = 1$. La pulsation ω_0 doit être aussi différente que possible de la pulsation des courants à transmettre ; si ces pulsations devenaient égales, l'élément considéré agirait comme un véritable « *bouchon* ».

On exige que ω_0 ait une valeur au moins égale à 16.000.

Le tableau ci-dessous met en lumière les différences très grandes qui existent entre les règles suivies dans ces différents pays.

	Valeurs maxima du produit $C L_1 l$	Nombres minima de bobines rencontrées par le front de l'onde en une seconde	Pulsations des oscillations libres d'un élément de ligne	Nombres relatifs de bobines utilisées dans les différents pays
Angleterre..	25	6.325	12.650	79
Amérique...	20,4	7.000	14.000	87,5
Allemagne...	15,6	8.000	16.000	100

Digitized by Google

En France, dans les premiers essais, on avait également considéré la valeur de la pulsation propre ω_0, que l'on prenait supérieure à 16.000. Depuis, on s'est demandé s'il n'était pas possible, dans un but d'économie et de simplification, de se rapprocher davantage de la règle suivie en Angleterre. On a jugé, après des essais de conversation sur les câbles souterrains du Post-Office, que la netteté de la transmission était *suffisante* et l'Administration est décidée, pour les prochaines constructions, à suivre la règle $C\ L_1\ l < 25$ (C capacité kilométrique du circuit, en microfarads, L_1 inductance totale d'une bobine en millihenrys ; l distance entre deux bobines en kilomètres).

Les divergences entre les modes de répartition des bobines dans les différents pays ne peuvent être expliquées en totalité par la différence de qualité du matériel employé et par la diversité des langues ; on ne peut donc les attribuer qu'à une recherche de la netteté poussée plus ou moins loin par les différents offices. Il semble raisonnable de ne pas s'engager trop loin dans cette voie, car la téléphonie doit être adaptée aux besoins commerciaux, c'est-à-dire permettre une audition suffisante et une compréhension correcte, mais elle ne doit pas s'attacher à conserver, d'une façon parfaite et presque artistique le timbre de la voix,

Genre de pupinisation	Inductances des bobines (en henrys)	Distances des bobines (en kil.)	Inductances kilométriques additionnelles	Valeurs du produit $C\ L_1\ l$	Caractéristiques
Très faible.	0,060	9	0,007	21,6	410
Faible	0,135	4	0,034	21,6	920
Moyenne..	0,175	3	0,058	21,0	1200
Forte.....	0,250	2,150	0,116	21,5	1700

OBSERVATIONS. — Ce tableau se rapporte à la pupinisation de câble ayant une capacité kilométrique de 0.040 μ F.

— Les nombres inscrits dans la colonne « Caractéristiques » sont les valeurs de $\sqrt{\frac{L}{C}}$

Digitized by Google

lorsque cela entraîne un supplément de dépense de premier établissement des circuits, de nature à conduire à un prix élevé des communications.

L'expérience a montré que la série de bobines ayant les inductances indiquées au tableau ci-contre est bien adaptée à tous les cas normaux. Ce n'est que pour des liaisons particulières de très grande importance qu'il peut y avoir intérêt à s'écarter de ces types de bobines standards.

Avant de passer aux remarques qu'attire l'examen du tableau précédent, nous allons étudier la spécification des bobines, c'est-à-dire, si l'on peut ainsi s'exprimer, le choix de la *qualité* de l'inductance ajoutée. Tout d'abord, nous savons que l'on ne peut produire de l'inductance sans résistance ; par conséquent l'augmentation de la self d'un circuit entraîne une augmentation de la résistance effective. On a l'habitude de juger les bobines, à ce point de vue par la grandeur du rapport $\frac{R_1}{L_1}$ de leur résistance R_1 à leur inductance L_1, ces quantités étant mesurées à la fréquence 800. Ce rapport $\frac{R_1}{L_1}$, qui est l'inverse de la constante de temps des bobines, représente la résistance supplémentaire apportée par chaque henry de self-induction. La diminution de cette grandeur conduit à une augmentation rapide du poids du fer et du cuivre employés dans la construction des bobines et par suite de l'encombrement et du prix de ces dernières. Il convient donc de se limiter, afin de ne pas payer trop cher un petit accroissement de l'efficacité des circuits. Jusqu'au diamètre de 3 millimètres, on prend : $\frac{R_1}{L_1} = 50$, au-dessus : $\frac{R_1}{L_1} = 35$; pour de très gros diamètres, on peut être amené à descendre exceptionnellement jusqu'à 25 et même 20. De plus la variation de la résistance effective avec la fréquence doit être réduite au minimum possible.

D'autres qualités qu'il est nécessaire d'exiger des bobines viennent encore augmenter les difficultés de construction ; telles sont :

1° Un haut isolement ;

Digitized by Google

2° Une faible induction mutuelle entre bobines placées à proximité les unes des autres ;

3° Un volume réduit ;

4° Un faible magnétisme rémanent.

Tous ces points méritent une attention spéciale de la part du constructeur et doivent être envisagés lors de la rédaction des cahiers des charges.

Revenons maintenant au tableau. Chaque type de bobine correspond à une distance et par suite une inductance kilométrique additionnelle, bien déterminée. La *caractéristique* est voisine de la valeur $\sqrt{\frac{L}{C}}$. C'est cette quantité qui caractérise le genre de pupinisation, car, pour une puissance donnée, elle détermine le voltage sous lequel s'effectue la transmission.

Avant d'arrêter un genre de pupinisation, il convient d'examiner les conséquences qui en découlent.

D'abord, plus la pupinisation est forte, plus le voltage sous lequel l'énergie est transportée est grand ; de sorte que, s'il n'est pas difficile d'obtenir dans les câbles ordinaires une absence suffisante d'induction entre les différents circuits, il n'en est pas de même pour les câbles pupinisés. Sur ces câbles, on a toujours, dans une même double paire, une forte induction entre combinants et combinés, si l'on ne prend pas les mesures spéciales pour l'équilibrage des capacités des circuits. A cette action s'ajoute celle des bobines qui elles aussi donnent toujours un peu d'induction.

Les pertes par défaut d'isolement sont plus marquées, à cause de l'augmentation du voltage ; par suite, s'il n'y a pas une répartition égale de la perditance sur chacun des fils, on aura des déséquilibres qui se traduiront par de l'induction.

En dernier lieu, il importe de remarquer que l'efficacité des circuits étant augmentée, toute force électromotrice perturbatrice produira un effet plus marqué que dans un câble ordinaire.

Pratiquement, si l'on veut obtenir des combinaisons parfaites exemptes d'influence de la part des autres circuits, il est bon de ne pas pupiniser trop fortement.

Digitized by Google

*
* *

D'ailleurs, d'autres raisons militent en faveur des pupinisations faibles. En effet, pour ces dernières, la distorsion due aux bobines est réduite au minimum ; la caractéristique est de l'ordre de grandeur de celle des lignes aériennes, d'où absence de réflexion à la jonction du câble avec le réseau aérien.

D'un autre côté, pour obtenir un certain affaiblissement, déterminé à l'avance, par des considérations d'exploitation, on peut prendre soit des conducteurs de petits diamètres fortement pupinisés, soit des conducteurs de diamètres de plus en plus élevés et pupinisés de plus en plus faiblement ; c'est-à-dire que l'on peut dépenser soit moins en cuivre et plus en bobines, soit plus en cuivre et moins en bobines. Il est évident qu'à égalité de prix on a intérêt à se ranger du côté des pupinisations faibles, qui conduisent aux installations ayant les plus grandes valeurs résiduelles et par suite le plus faible taux d'amortissement. La valeur des matériaux entrant dans la fabrication du câble sous plomb est d'environ 0,80 du prix ; pour les bobines, au contraire, cette valeur est négligeable devant le prix.

En Angleterre et en France, on a reconnu que les pupinisations *faibles* pour les moyennes distances, sont les plus avantageuses lorsqu'on s'attache à un bon fonctionnement des combinaisons.

En Amérique et en Allemagne, on pupinise plus fortement. Ces différences sont dues aux différences de conditions qui existent entre ces divers pays et non pas à des divergences de vue techniques. Il n'y a pas de pupinisation qui puisse s'appliquer à un problème donné d'une façon absolue ; des solutions techniquement différentes peuvent être également justes, par suite de la différence des conditions ; une grosse erreur consisterait à adopter dans un réseau déterminé une solution appliquée dans un autre réseau de configuration et d'exploitation différenrentes.

En résumé, la pupinisation faible, qui entraîne une dépense de premier établissement quelquefois supérieure à celle des autres genres de pupinisation, n'apporte pas avec elle les inconvénients inhérents aux fortes pupinisations ; elle permet un fonctionne-

Digitized by Google

ment parfait des combinés ; enfin, dans tous les cas où il s'agit de faibles et de moyens diamètres, elle permet d'obtenir des lignes ayant un affaiblissement légèrement inférieur à celui des lignes aériennes du même diamètre et une caractéristique comparable. L'utilisation du cuivre est donc meilleure que dans les lignes aériennes.

Pour achever la partie technique de cet exposé, nous devons signaler que la pose et l'entretien de ces câbles méritent une attention toute spéciale. Le personnel qui en est chargé doit être spécialement entraîné à ce genre de travail. Ne pas équilibrer les capacités par des mesures précises et complètes faites en courant alternatif lors de la pose ou par des précautions spéciales prises en usine, compromettrait certainement le succès de la *combinaison*. Confier l'entretien et les essais d'un câble interurbain à des techniciens non spécialisés, serait courir des risques de détérioration, malgré toutes les précautions prises pour éviter le danger des fausses manœuvres. Il est bon de peindre les têtes des câbles pupinisés d'une couleur spéciale et d'en interdire l'accès au personnel non spécialisé.

*
* *

Il est facile de faire ressortir les avantages d'une communication téléphonique souterraine, au point de vue de l'exploitation. Un câble souterrain est à l'abri de toutes les intempéries, non seulement des tempêtes de vent ou de neige, mais encore des petites irrégularités de fonctionnement dues à la pluie, au brouillard, aux orages et aux dérangements de fils qui se reproduisent fréquemment sur les artères aériennes. Il est également à l'abri des troubles causés par les courants iudustriels. Il est en sécurité dans le sol, à l'intérieur de son enveloppe protégée elle-même par une conduite, sauf vis-à-vis d'événements extraordinaires, qui ne se présentent que très rarement.

Les lignes aériennes, même lorsqu'elles restent exploitables, sont souvent bruyantes et friturées. Le téléphone est un instrument extrêmement sensible : les moindres irrégularités d'isolement permettent aux courants télégraphiques, aux courants

Digitized by Google

industriels et aux courants telluriques de l'affecter et de nuire à l'audition. Les orages peuvent aussi obliger à suspendre le trafic.

Avec le câble, au contraire, les propriétés électriques des circuits restent toujours invariables ; l'audition est toujours bonne et l'on peut *compter sur les communications établies*. L'absence de bruits parasites est si complète, que la compréhension est grandement facilitée, ce qui permet de tenir des conversations entendues beaucoup plus faiblement que sur circuits aériens.

Ces avantages sont si réels que, bien avant la découverte de Pupin, certaines administrations avaient établi des communications souterraines entre des localités voisines, mais très importantes, et cela malgré le mauvais rendement des câbles ordinaires.

Il reste maintenant à examiner si l'emploi des câbles téléphoniques, qui procure au public un si grand agrément par suite de la précision du service et de la netteté de la conversation, ne peut soulever d'objections d'ordre financier.

Le coût de premier établissement d'un câble souterrain est bien supérieur à celui d'une artère aérienne ; cette circonstance est encore aggravée par la nécessité de constituer une réserve de circuits qui, pendant un certain temps, seront mal utilisés. Mais ceci est compensé par l'absence à peu près totale des frais d'entretien normaux et des frais de réparations à la suite d'accidents. Or, dans le cas des lignes aériennes, ces deux sources de dépenses sont importantes. D'autre part, on ne subit aucune perte de taxes du fait de troubles survenus aux communications ; on augmente la confiance du public, qui fait un usage plus fréquent du téléphone, ce qui améliore beaucoup l'utilisation des circuits et par suite les recettes. Les circuits de réserve deviennent vite nécessaires et leur inutilisation est de courte durée.

Enfin si l'on tient compte du fait que les câbles durent longtemps et ont par suite un très faible taux d'amortissement, on arrive à conclure, tout compte fait, que l'emploi des câbles téléphoniques interurbains non seulement n'est pas plus onéreux

Digitized by Google

que celui des circuits aériens, mais est au contraire recommandable.

En résumé, quoique des perfectionnements, touchant soit la construction, soit les principes même de la mise en œuvre du procédé Pupin, soient encore à attendre, on peut dire qu'il est possible de réaliser des communications interurbaines souterraines donnant au public une satisfaction notablement supérieure à celle qu'il obtient des lignes aériennes.

Au point de vue financier, l'emploi de ces communications est avantageux.

Aucune hésitation n'est donc plus possible en ce qui concerne la généralisation de l'emploi des câbles téléphoniques interurbains, dans tous les cas où le nombre de circuits à établir justifie la pose d'un câble.

Digitized by Google

Augmentation du rendement des lignes télégraphiques

PAR

Récepteurs harmoniques [1].

Le système télégraphique multiplex de Oscar Srnka a été mentionné brièvement, il y a quelque temps, dans les comptes rendus d'une revue autrichienne. L'auteur emploie des courants alternatifs de diverses fréquences sur la même ligne et règle chaque poste récepteur pour une fréquence déterminée. Dans chaque poste, le manipulateur, le récepteur et les appareils auxiliaires sont montés en série sur la ligne. Les fréquences varient de 600 à 1.100 périodes par seconde. Avec une différence de 50 périodes, (c'est-à-dire 600, 650, etc.), on peut placer onze postes sur une ligne, et même, au besoin, quatorze, en ramenant la différence entre les fréquences à 10 périodes. On emploie comme récepteur, un monotéléphone, représenté par la figure 1. Une membrane d'acier *m*, de 1 ou 2 millimètres d'épaisseur, repose sur trois pointes fines placées à des distances de 120 degrés autour de la ligne nodale de l'onde fondamentale, c'est-à-dire, sur un cercle de diamètre égal à 0,68 multiplié par le diamètre de la membrane. Un aimant puissant *M*, a un noyau de fer, *K*, portant un enroulement, *s*, de fil fin de 200 à 400 ohms de résistance. Le noyau, *K*, est creux et relié à un tube en fourchette, , qui conduit aux récepteurs serre-tête du télégraphiste. Les mains de l'opérateur sont libres, et le monophone est protégé par une cloche de verre. La membrane reposant comme l'indique la figure 1, ne répond librement qu'à sa fréquence propre qui dépend du diamètre de la membrane et reste invariable. Le réglage du récep-

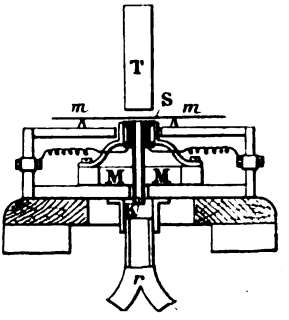


Fig. 1. — Récepteur.

(1) *Electrical World*, mars 1915.

Digitized by Google

teur est, par suite, entièrement mécanique. Pour éviter l'emploi d'un récepteur serre-tête, on peut construire un monophone haut-parleur, d'après le principe indiqué sur la figure 2. Deux membranes sont actionnées par deux aimants et supportées respectivement par des pointes de liège et d'acier; la membrane inférieure est percée de trous pour recevoir les pointes qui supportent la membrane supérieure. Un cornet, muni d'un tube télescopique pour le réglage acoustique, et un mince diaphragme élastique contre la poussière complètent l'appareil. Lorsqu'on veut conserver trace des télégrammes reçus, un relais à fréquence déterminée, combiné avec un relais différentiel, actionne un système imprimeur, le tout étant disposé comme on peut le voir à l'intérieur du rectangle (1) de la figure 3. Dans ce schéma, m représente une membrane de monophone (comme sur la figure 1), actionnée par la bobine de relais, s. Une plaque d'argent-nikel, placée au centre de m, est en contact avec l'extrémité arrondie d'un léger levier, h, très mobile sur son pivot. Ce levier est muni d'un contre-poids tel, qu'il possède une fréquence d'oscillation légèrement inférieure à celle de m, sans influer sur la fréquence propre de cette membrane. Durant les périodes d'inertie, le ressort réglable, f (pourvu d'un coussinet de feutre) appuie légèrement le levier h sur m, de telle sorte que le circuit reste fermé entre les points a et b, et que le relais différentiel, R, conserve la position indiquée. Mais lorsqu'un signal fait vibrer m, le levier h ne peut suivre exactement le mouvement, son contact avec m devient imparfait, et le relais R, par suite, ferme le contact 2 et complète ainsi le circuit local imprimeur $B_2\ w_2$; et le signal est imprimé sur P. Le réglage s'effectue par une vis qui fixe la position de s, ou par le shuntage des bobines de s; les relais sont placés sous un couvercle et montés sur un support en caoutchouc, pour absorber les vibrations extérieures. Par l'addition d'un tube de résonance, le relais-monophone peut être adapté à la réception au son, ou à la réception imprimée; lorsqu'on reçoit au son, le système imprimeur est arrêté et le commutateur S est ouvert. On utilise, dans le transmetteur, le générateur acoustique Larsen à courants alternatifs

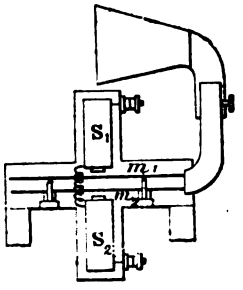


Fig. 2. — Détails du monotéléphone haut parleur.

Digitized by Google

de fréquence variable. Il donne un courant à peu près sinusoïdal et produit par suite des s musicaux purs. Dans le rectangle (2), fig. 3,

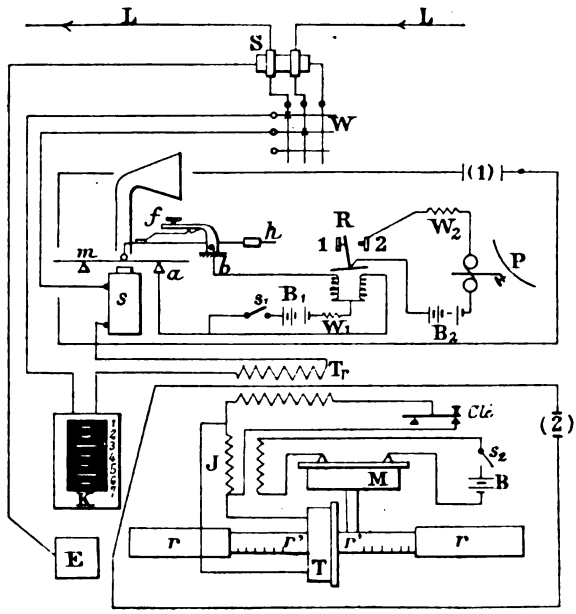


Fig. 3. — Schéma d'un relais à fréquence unique combiné avec un relais différentiel,

un téléphone chantant T est muni en avant et en arrière de tubes r', sur lesquels glissent des tubes d'accord, r ; le téléphone est accouplé électro-magnétiquement avec un microphone M par la bobine d'induction J. En faisant varier la position des tubes, on contrôle la fréquence du courant alternatif ; pour une position définie quelconque, la fréquence du courant fourni par le secondaire de la bobine d'induction reste constante à 1 % près, et est comprise normalement entre 600 et 1.100 périodes par seconde ; mais elle peut être augmentée s'il se trouve sur la ligne un nombre particulièrement grand de postes. Les positions des tubes r, correspondant à des fréquences déterminées par avance, sont naturellement fixées une fois pour toutes et marquées sur les tubes eux-mêmes. Dans son ensemble, la figure 3 montre l'installation complète d'un poste intermédiaire. La ligne en transit est reliée, par l'intermédiaire du paratonnerre S, au commutateur W et aux appareils du poste.

Digitized by Google

Le service postal en Alsace.

Le 11 février 1915, a été inauguré en Alsace, un service postal exclusivement affecté aux besoins de la population civile. Antérieurement à cette date, ce service, réduit aux opérations les plus élémentaires de la Poste, était assuré plus ou moins complètement par les bureaux de payeurs desservant les troupes cantonnées dans la région.

Sur l'ensemble du territoire alsacien repris, l'Administration des Postes d'Allemagne entrenait trente et un bureaux d'importance diverse. Pour la satisfaction des besoins présents, l'ouverture de cinq bureaux de poste a été jugée suffisante. Ces bureaux sont ceux de Thann, Moosch, Wesserling, Massevaux et Dannemarie. Le nombre des communes rurales desservies varie sensiblement d'un bureau à l'autre. La circonscription de l'un d'eux comprend plus de quarante communes.

La direction et la surveillance du service sont confiées, sous l'autorité du Payeur général de l'armée à laquelle appartiennent les troupes opérant en Alsace, à un payeur particulier.

Le personnel de chaque bureau de poste comprend un payeur faisant fonctions de receveur, des employés auxiliaires, masculins ou féminins, pour le service des guichets et les opérations intérieures, des sous-agents auxiliaires pour les travaux de peine, enfin des facteurs auxiliaires pour la distribution à domicile et la levée des boîtes aux lettres. Tout ce personnel connaît la langue allemande et parle le patois alsacien.

Les attributions des bureaux de poste de l'Alsace ne diffèrent pas sensiblement de celles des bureaux de la France.

Les seuls services auxquels ils ne sont pas encore admis à participer sont indiqués ci-après : lettres et boîtes de valeur décla-

Digitized by Google

rée; remise par exprès des correspondances; mandats télégraphiques; mandats-poste internationaux avec avis d'émission. Les bureaux alsaciens émettent et payent les mandats-poste internationaux; ils payent également les mandats internationaux avec avis d'émission, ils effectuent les opérations de caisse d'épargne.

Les bureaux sont ouverts de sept heures du matin en été, huit heures en hiver, à douze heures et de quatorze heures à dix-neuf heures. Les dimanches et jours fériés les bureaux sont fermés à midi.

En vue de mettre à la portée des habitants, dont la circulation dans la zône des armées est soumise à des restrictions rigoureuses, le moyen d'effectuer, sans se déplacer, toutes les opérations postales, les facteurs sont, comme en France, munis de carnets de commission leur permettant de servir d'intermédiaire entre la population et le bureau de poste d'attache pour l'émission et le payement des mandats-poste français et internationaux, l'expédition des correspondances recommandées, la vente et l'échange des coupons-réponse, etc... Les facteurs se tiennent à la disposition des habitants pendant quinze minutes au moins, chaque jour, à la mairie des communes qu'ils desservent, dans un local qui leur est spécialement réservé.

Les tarifs postaux en vigueur en France pour l'affranchissement des correspondances et les différentes opérations des bureaux de poste sont appliqués en Alsace. Il est fait usage des mêmes timbres-poste sans surcharge.

Les lettres échangées avec la Suisse entre bureaux de poste qui ne sont pas situés à plus de trente kilomètres à vol d'oiseau, l'un de l'autre, jouissent du tarif réduit de dix centimes par vingt grammes, déjà appliqué dans les régions frontières franco-suisses.

Tous les textes législatifs qui servent de base en France au fonctionnement du service postal ont été rendus applicables en Alsace.

Les bureaux de poste, enfin, exécutent dans les mêmes conditions que les gares de chemin de fer en France, le service des

Digitized by Google

colis postaux ordinaires ou grevés de remboursement, jusqu'au poids de dix kilogrammes.

La partie la plus délicate de la tâche qui incombait à l'organisateur du service postal civil de l'Alsace était, incontestablement, la distribution des correspondances. La difficulté de concilier les besoins de la population avec les nécessités militaires, les dangers que présente la circulation dans un grand nombre de communes, l'incertitude des communications, l'impossibilité même d'accéder à certaines localités constituent autant d'obstacles à une distribution rapide et sûre. Le problème a pu être cependant résolu, et aujourd'hui la distribution des correspondances est effectuée journellement à domicile, dans la presqne totalité des communes occupées, dont plus d'un tiers se trouvent sur la ligne de feu. Dans un petit nombre de communes seulement, moins d'une dizaine, les correspondances sont distribuées par les soins des municipalités.

Les bureaux d'Alsace sont mis en relations entre eux et avec l'extérieur au moyen de camionnettes automobiles ayant pour point d'attache une gare du réseau des chemins de fer français. Le service du transport des dépêches est organisé de telle façon que les objets de correspondance dispensés de l'examen des commissions de contrôle, partis de Paris, à 8 heures, arrivent au bureau alsacien de destination entre 16 heures 30 et 18 heures; ceux partis de Paris, à 22 heures, arrivent entre 9 heures 30 et 10 heures 30 le lendemain. Les objets de correspondance de même nature expédiés des bureaux alsaciens entre 10 heures 30 et 12 heures 30 sont à Paris le même jour à 21 heures; ceux expédiés entre 18 et 21 heures sont à Paris le lendemain à 7 heures 30. Le transport des colis postaux est effectué journellement dans les deux sens.

Parmi les moyens employés pour faire renaître le pays reconquis à la vie économique, il en est peu qui aient eu autant d'efficacité que le perfectionnement des relations postales. Le rôle de la Poste ne s'est pas borné à une amélioration de l'existence matérielle de la population civile, elle a également exercé une action morale des plus intéressantes en facilitant la diffusion

Digitized by Google

de la presse française. La population civile n'est pas seule à profiter de la rapidité de transmission des journaux : ceux-ci attendus sur la route suivie par les voitures postales sont emportés aussitôt, par ballots, jusque dans les tranchées les plus avancées où ils apportent à nos soldats leur part de réconfort.

Digitized by Google

LA POSTE, LE TÉLÉGRAPHE ET LE TÉLÉPHONE AUX ÉTATS-UNIS

Par M. REYNAUD-BONIN,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Le service postal aux États-Unis est assuré par une Administration de l'État, à l'exception de celui de la correspondance locale. L'Administration des postes se charge des manipulations des lettres au départ et à l'arrivée et traite avec des compagnies privées pour le transport des sacs postaux.

Le nombre de bureaux de poste, de 76.688 en 1900, a diminué régulièrement jusqu'à 56.380 en 1915. Le nombre de lettres transportées par an a cependant augmenté dans la même période de 3 milliards 977 millions à 10 milliards 212 millions en 1912 [1], ce qui représentait en 1910 110 lettres par habitant contre 53 par habitant en 1900.

Les bureaux de poste des grandes villes sont exploités par des agents de l'État ; mais pour 50.000 petits bureaux, soit les 5/6 du nombre total, le receveur est un commerçant non appointé, semblable à celui des bureaux auxiliaires en France. Les receveurs de ces bureaux sont simplement intéressés au montant des opérations et joignent à leurs fonctions postales des commerces divers : épicerie, etc...

Le service des colis postaux est assuré par l'État de la même façon que le service postal.

Les télégraphes et les téléphones sont entre les mains de com-

1. En 1912 le nombre de lettres transportées par les administrations d'Europe a été de 17 milliards 775 millions.

Digitized by Google

pagnies particulières. Ces compagnies, très nombreuses, se faisant une libre concurrence, exploitent des réseaux plus ou moins vastes, les unes se contentant d'un trafic local, les autres rayonnant sur plusieurs des États de l'Union. Un certain nombre d'entre elles se sont associées pour former le « Système Bell », système formidable dont le capital s'élève à 1 milliard 376 millions de dollars [1] dont 571 millions sont entièrement versés. Les compagnies constituantes du système conservent leur budget propre [2] et il ne leur est pas impossible de se séparer du système, ainsi que l'a fait la Western Union en 1913. Les lois particulières des États et les actes du gouvernement fédéral [3], orientés d'une façon générale contre les trusts, ont exigé du système Bell des garanties nécessaires à l'existence des compagnies dissidentes, en particulier l'autorisation pour ces compagnies, sous des restrictions raisonnables, de faire causer leurs abonnés avec ceux du système. Nous devons d'ailleurs ajouter que la ligne de conduite des directeurs du système Bell n'a jamais été orientée dans un sens contraire à l'octroi des garanties.

On a plus ou moins parlé vers la même époque, et jusque dans les commissions du Sénat, de la possibilité du rachat par l'État de tous les télégraphes ou téléphones de l'Union. Il ne semble pas qu'un projet effectif de rachat ait été étudié et l'idée du rachat paraît abandonnée à l'heure actuelle. Quelles seraient les conséquences du rachat en Amérique, pays où l'industrie privée a porté, comme nous le verrons plus loin, le téléphone à un degré de perfection qui n'est égalé nulle part au monde ? La direction du Système Bell s'est exprimée à ce sujet en des termes qui méritent que l'on y réfléchisse, bien qu'ils soient extraits d'un plaidoyer « pro domo sua [4] » : « Dans les Adminis-

1. Le dollar vaut environ 5 francs.

2. Chaque compagnie donne 4 1/2 % de son revenu pour les frais d'administration du système, les études techniques et le matériel. Le matériel, d'un type uniforme, est construit par la Western Electric C°, filiale aussi du Système.

3. Pourparlers entre l'Attorney General et l'Administration du système Bell, décembre 1913.

4. Rapport de la Direction aux Actionnaires pour l'année 1913.

Digitized by Google

« trations de l'État, les bureaux, c'est-à-dire les fonctionnaires « subalternes et les agents exercent une action absolue sur le « service ordinaire. Les chefs de service n'ont pas de responsa- « bilité dans le choix de leurs subordonnés et peu de moyens « d'action sur eux. Il y a comme une prime à cette *médiocrité* « *parfaite* qui laisse beaucoup à désirer et ne fournit rien sur « quoi baser une réprimande effective, rien qui manque à la « discipline et qui puisse justifier un déplacement. Le manque « de responsabilité amoindrit l'homme ; le manque de capacité « amoindrit les résultats, le manque à saisir les opportunités « fait échouer l'entreprise ».

Télégraphe. — Le nombre de bureaux télégraphiques aux États-Unis s'est élevé de 26.685 en 1900 à 31.917 en 1915 [1], dans la même période le nombre des télégrammes est passé de 87 millions à 113 millions [2].

La taxe des télégrammes varie avec la distance ; l'adresse et la signature ne sont pas taxées.

La lettre-télégramme de nuit, à tarif réduit, existe depuis quelques années aux États-Unis.

Téléphone. — Le nombre de téléphones s'est élevé de 1.355.911 en 1900, à 10.523.497 en 1915 ; dans la même période le nombre annuel de conversations téléphoniques est passé de 3 milliards 179 millions à 16 milliards 93 millions [3].

Ces nombres considérables prennent une tournure plus saisissante si l'on établit la statistique comparée des trafics postaux, télégraphiques et téléphoniques :

En 1900 :	Poste	54,9 °/₀	du trafic total.
	Télégraphe	1,2 °/₀	—
	Téléphone	43,9 °/₀	—
En 1913 :	Poste	38,1 °/₀	—
	Télégraphe	0,4 °/₀	—
	Téléphone	61,5 °/₀	—

1. Bureaux exploités au Morse seulement.

2. Le nombre correspondant de télégrammes que les Administrations d'Europe ont expédié est de 388 millions.

3. Il n'y a pas d'abonnement à tarif forfaitaire, de plus, le prix de la conversation n'est pas le même dans les différentes villes de l'Union.

Digitized by Google

A la même époque (1913), en Europe, les trafics étaient respectivement les suivants :

Poste	17 milliards 775 millions	de lettres	71,2 %
Télégraphe	388 millions	de télégr.	1,5 %
Téléphone	6 milliards 809 millions	de commun.	27,3 %

En d'autres termes, l'Europe a près de 2 fois plus de lettres que les États-Unis, 3 fois 1/2 plus de trafic télégraphiques, mais seulement les 2/5 de conversations téléphoniques.

Du nombre total des appareils téléphoniques installés à la surface du globe, les États-Unis ont les 65 % environ. Les hameaux ou les fermes isolées y ont le téléphone dans la proportion de un sur deux, et l'on peut dénombrer 70.000 villes ou villages reliés au réseau.

Quelle est la longueur de fil posé que représente l'ensemble d'un tel réseau ? On peut affirmer qu'elle dépasse 16 millions de milles[1] pour les lignes urbaines et 2 millions 1/2 de milles pour les lignes interurbaines, soit une longueur qui ferait environ 800 fois le tour de la terre.

Nous allons maintenant esquisser l'histoire des progrès de la téléphonie et noter la part prépondérante qui revient au génie américain dans cette branche des sciences appliquées.

C'est en 1876 que Graham Bell, encore vivant à l'heure actuelle, réalisa le téléphone dont la démonstration universelle fut faite en 1877 à l'Exposition de Philadelphie.

Ce petit instrument devait révolutionner le monde, mais les étapes à franchir avant d'obtenir ce résultat étaient encore nombreuses : il fallait lui donner le pouvoir de fonctionner à grande distance, de fonctionner à travers les câbles souterrains, de fonctionner malgré le voisinage des courants industriels. Il fallait organiser un service qui permit à des abonnés de causer à volonté l'un avec l'autre.

Dès le début, la substitution du microphone au transmetteur magnétique permit d'augmenter la portée des communications.

1. Le mille vaut 1.610 mètres environ.

Digitized by Google

Edison figure au nombre des savants qui s'occupèrent de cette question. Mais les progrès dans cette voie n'ont pas cessé depuis. De 1877 à 1914 le Système Bell a mis en service 52 types successifs principaux de récepteurs téléphoniques et 73 types de transmetteurs sans compter les petites variantes. La plupart des instruments en service ne datent pas de plus de cinq ans.

Le problème de la mise en relation des abonnés deux à deux, ou *problème de la commutation*, n'a pas fait l'objet de moins de travaux. C'est l'Américain Jack Knife qui a donné son nom aux organes commutateurs appelés *jacks* que l'on rencontre dans les bureaux téléphoniques. Les inventeurs américains ont perfectionné successivement les commutateurs simples, multiples, multiples à batterie centrale, semi-automatiques et automatiques. Grâce à ces progrès, malgré le nombre des abonnés rattachés à un même bureau, le service est pour ainsi dire instantané.

L'emploi des câbles souterrains pour les communications téléphoniques est apparu comme une nécessité dans les villes, pour des considérations d'esthétique, d'économie et de protection contre les troubles dus aux courants industriels. Malheureusement les câbles souterrains ont des propriétés contraires à la propagation du courant téléphonique et il a fallu de longues années d'études pour les adapter à la téléphonie.

Le premier essai, qui date de 1881, fut peu satisfaisant. Ce n'est qu'en 1887, avec l'apparition du circuit toronné, que les câbles téléphoniques souterrains entrèrent réellement dans le domaine de la pratique. Puis ce fut l'invention de Pupin, qui vint donner une impulsion nouvelle à la construction des câbles, en rendant possibles des installations qu'on ne supposait pas pouvoir jamais réaliser. Dès lors, les distances franchies par câbles souterrains augmentent rapidement : New-York-Newark (1902), New-York-Philadelphie (1906), New-York-Washington (1912), Boston-Washington (1913).

Ce dernier câble est le plus long câble téléphonique souterrain du monde, Washington et Boston étant distantes d'environ 650 kilomètres. Encore doit-on ajouter que la moitié seulement de la longueur de cette ligne est constituée par des câbles spé-

Digitized by Google

ciaux, ce qui permet d'espérer des portées de communications souterraines encore plus grandes.

A l'heure actuelle, le réseau souterrain des États-Unis a un développement dépassant 11 millions de milles de câbles urbains et 630.000 milles de câbles interurbains. L'ensemble de ces câbles vaut plus de 200 millions de dollars.

L'emploi des câbles urbains est d'autant plus économique dans les quartiers industriels que le nombre des paires de fils contenues dans le câble est plus élevé. Le Système Bell a mis en service des câbles contenant jusqu'à 2.400 fils chacun, soit, dans un câble qui s'enfilerait dans une poche, autant de fils que pourraient en recevoir 12 lignes de poteaux doubles armés en herse.

Les communications à grande distance par fil aérien ont marqué des progrès plus surprenants encore. Le 25 janvier 1915, la ligne New-York-San-Francisco, longue de 5.400 kilomètres, a été ouverte au public. Pour apprécier la somme de labeur que représente la réalisation de cette ligne, il faut se représenter qu'elle résulte de toute la série des perfectionnements dont nous sommes en train de raconter l'histoire, perfectionnements aux appareils transmetteurs, aux meubles commutateurs et à la construction des lignes. L'importance de ces derniers perfectionnements (à la construction des lignes) ne saurait être mieux démontrée que par l'anecdote suivante extraite d'un récent discours de M. J. J. Carty :

« Le 10 mars 1876, au moyen d'un fil installé entre deux chambres du dernier étage d'une maison située au n° 5 d'Exeter place, à Boston, Alexandre Graham Bell parla à son associé Thomas A. Watson et lui dit : « Monsieur Watson, venez, s'il vous plaît : j'ai besoin de vous. » Ces paroles, entendues par M. Watson dans l'instrument qu'il avait à l'oreille, constituent la première phrase qui ait été reçue au moyen du téléphone électrique. La voix entendue dans le récepteur était si faible qu'elle ne pouvait être perçue que lorsqu'un silence presque absolu régnait à l'extrémité de la ligne où se trouvait cet appareil.

Le 25 janvier 1915, moins de 39 ans après cette première tentative, le Dr Bell parla de nouveau à M. Watson, à l'aide d'un

Digitized by Google

instrument *qui était une reproduction exacte du téléphone original.* Le Dr Bell se servit de cette phrase aujourd'hui historique : « Monsieur Watson, venez, s'il vous plaît : j'ai besoin de vous. » M. Watson entendit cette fois le message beaucoup plus distinctement qu'il ne l'avait fait en 1876, et il répondit au Dr Bell que pour accéder à sa demande il lui faudrait voyager pendant une semaine. Et en effet M. Watson se trouvait à San-Francisco et le Dr Bell à New-York, et ils se parlaient à l'aide d'une ligne de 5.400 kilomètres de longueur ».

Beaucoup de gens avaient cru que la téléphonie à grande distance serait rendue possible lorsque l'on aurait réalisé dès microphones débitant de gros courants appelés « haut parleurs », ou bien des relais téléphoniques sensibles [1]. L'expérience victorieuse de l'Amérique prouve que les plus vastes distances terrestres peuvent être franchies sans recourir à ces moyens. La ligne New-York-San-Francisco est une simple ligne aérienne « pupinisée » et le degré de perfection auquel on est arrivé dans la construction des lignes téléphoniques peut être comparé à celui que l'on a atteint dans celle des lignes de chemins de fer où en augmentant le rayon des courbes et en surélevant le rail extérieur on a permis aux trains de rouler à grande vitesse. Ainsi, en téléphonie, en modifiant judicieusement les règles de construction des lignes on les a rendues capables d'écouler, avec un même appareil, un trafic vers des pays plus lointains.

Le succès de la ligne New-York-San-Francisco a été considérable. Déjà l'on songe à l'extension des résultats. On peut causer de capitale à capitale entre n'importe lesquels des États de l'Union, et le système Bell a inscrit à son programme de faire causer n'importe quel abonné avec n'importe quel abonné du territoire de l'Union [2] ; ce qui constitue un tel tour de force que les administrations européennes n'osent pas encore en envisager la possibilité dans des contrées pourtant moins vastes.

1. Parmi les savants américains qui ont cherché le relais téléphonique on peut citer Shreeve, Cooper-Hewitt, de Forest qui a fait faire un grand pas à l'emploi des lampes à vide employées comme détecteurs ou relais, Edison qui a réalisé un relais à double effet, etc...

2. 1915. Annual-Report, p. 30.

Digitized by Google

Les communications interurbaines entrent pour 10 °/₀ dans le nombre total des conversations téléphoniques aux États-Unis. Le nombre des lignes interurbaines est calculé pour donner le *service instantané*, et le réseau est assez bien organisé pour que l'on puisse tenir des réunions par téléphone. La première de ce genre, présidée par M. Carty, ingénieur en chef du Système Bell, eut lieu dans la nuit du 14 au 15 juin 1916 entre 4.737 participants situés dans 35 villes différentes.

Les lignes interurbaines étant d'un prix élevé, on s'est beaucoup préoccupé d'améliorer leur rendement. La méthode d'exploitation dite des « circuits combinés » permet de faire passer plusieurs communications à la fois sur un même fil. On y arrive en adjoignant aux lignes des appareils appelés *bobines toroïdales* et ces bobines sont construites d'après des brevets américains.

Il y a aux États-Unis 200.000 milles de lignes environ qui sont exploitées en circuits combinés.

La télégraphie et la téléphonie sans fil ont été étudiées avec le même esprit de réalisation pratique que la télégraphie et la téléphonie ordinaires. Les progrès seraient, paraît-il, considérables, mais les détails font défaut en cette matière qui intéresse la Défense Nationale à un sérieux degré. L'American telephone and Telegraph C° qui constitue l'Administration centrale du Système Bell, a prêté récemment au secrétariat de la Marine une partie de son réseau avec ou sans fil pour une expérience de mobilisation restreinte qui aurait donné d'excellents résultats.

En 1915, des essais de téléphonie sans fil ont été entrepris entre Arlington (Virginie) et la Tour Eiffel, à Paris.

Le 22 octobre 1915, une conversation téléphonique a pu être réalisée entre un poste transmetteur avec fil et un poste récepteur sans fil sans interposition d'opérateur intermédiaire.

Le Service d'Études qui a réussi à mettre au point les inventions dont nous venons de parler, est un service puissamment outillé. Ses cadres comprennent 600 ingénieurs ou agents techniques. Aussitôt qu'une invention a été suffisamment étudiée pour que son exploitation devienne une réalisation commerciale intéressante, l'on met à la réforme le matériel ancien pour y sub-

Digitized by Google

stituer le matériel nouveau. Ainsi, en cinq ans, des installations anciennes représentant la valeur de 175 millions de dollars ont été retirées du service comme devenues insuffisantes et des installations neuves valant 425 millions de dollars ont été inaugurées.

L'une des plus récentes créations réalisées par le Service d'Études est celle de voitures automobiles aménagées pour la construction rapide des lignes sur routes.

Nous terminerons, en extrayant d'un discours de M. Carty, des renseignements sur l'organisation administrative du Système Bell :

Dès le début, le droit d'exploiter le brevet Bell fut vendu, dans les diverses régions du pays, à un grand nombre de compagnies qui se chargèrent de l'installation. Mais les hommes d'affaires, en général, considéraient le téléphone comme un jouet, et n'en voulaient pas entendre parler.

Cependant, dans tous les grands centres s'établirent des bureaux téléphoniques, et chacun d'eux avec une organisation différente, chacune des compagnies exploitantes ayant ses idées propres sur le matériel, l'entretien, et l'exploitation. Il en résulta des difficultés sans nombre, qui ne furent aplanies que par l'unification du matériel et celle de l'exploitation.

On réalisa l'unification du matériel en confiant la fabrication à une seule compagnie, qui prit le nom de *Western electric company*, dont le siège est à New-York, et dont le principal centre de production est la grande usine de Hawthorne (faubourg de Chicago), possède actuellement 38 dépôts aux États-Unis ; elle a des représentants dans 28 grandes villes étrangères réparties sur toute la surface du globe.

Quant à l'unification des méthodes d'exploitation, elle fut réalisée peu à peu par la fusion des innombrables compagnies en un petit nombre de compagnies importantes. Actuellement, le territoire des États-Unis est divisé en 8 unités administratives, composées chacune de compagnies distinctes. Bien que chaque compagnie ait un corps d'ingénieurs nombreux et important, l'œuvre de ces ingénieurs se borne à la construction, à l'entretien, et à l'exploitation des lignes à l'aide du matériel qui leur est imposé.

Digitized by Google

Les recherches techniques et l'établissement des types d'appareils sont effectués exclusivement par le service central de recherches et d'expériences.

A l'heure actuelle, le nombre total des fonctionnaires et employés de la Compagnie Bell est d'environ 170.000. Dans ce nombre, 19.500 appartiennent à la Western electric company ; le reste, environ 150.000, est réparti entre les huit groupes exploitants. 33.000 employés sont actionnaires de la compagnie, et tous sont compris dans une combinaison extrêmement libérale de secours en cas de maladie, d'assurance, et de retraite, qui n'exige d'eux aucun versement.

La section commerciale comprend 10.000 employés, chargés de l'étude des affaires des compagnies, de l'établissement des contrats, des relations commerciales avec le public, etc... Le service de l'exploitation comprend 82.000 fonctionnaires et agents, dont la presque totalité est représentée par des opératrices. Le service du matériel emploie plus de 50.000 agents. Enfin le nombre des ingénieurs de l'exploitation s'élève à plus de 2.100.

Digitized by Google

La Poste en Suède pendant la guerre [1].

L'Office des Postes Suédoises joue depuis le commencement de la guerre un rôle très important en servant d'intermédiaire pour le transport des dépêches internationales, le transit par l'Allemagne étant fermé pour toutes les dépêches à l'exception de celles de et pour l'Autriche-Hongrie et certains pays neutres.

Nous mentionnerons principalement les importantes dépêches entre l'Europe occidentale et l'Amérique, d'un côté, et l'Europe orientale et l'Asie, de l'autre, et notamment celles échangées entre l'Angleterre, la France et les États-Unis, d'une part, et la Russie, d'autre part.

Au début de la guerre, les dépêches furent transportées entre la Scandinavie et l'Angleterre par la voie de Norvège et les paquebots de la ligne de Bergen-Newcastle. Mais on reconnut bientôt la nécessité d'établir un échange direct entre la Suède et l'Angleterre. C'est ainsi qu'une ligne directe de paquebots avec un service régulier de cinq voyages par semaine fut établie le 18 septembre 1914, entre Gothembourg et l'Angleterre, et cette ligne suédoise, qui, peu après son organisation, effectua jusqu'à six et sept voyages par semaine, a depuis lors fonctionné sans interruption. Toute la correspondance de la Suède pour l'Angleterre, etc., et même la plus grande partie de la correspondance de l'Angleterre pour la Suède ont été acheminées par cette ligne directe.

Les communications postales entre la Suède et la Finlande, qui étaient assurées, avant la guerre, par les paquebots finlandais de la ligne Stockholm-Abo, furent interrompues dès le début des hostilités.

Un service direct de paquebots suédois fut établi entre Stockholm et Raumo le 10 août 1914. Au commencement, la correspondance de la Suède pour la direction de la Russie fut expédiée par cette ligne,

(1) Extrait du rapport de la Direction générale des Postes.

Digitized by Google

tandis que la correspondance pour la direction opposée continuait à être expédiée via Tornea et Haparanda. Mais à partir du 26 octobre, les dépêches furent transportées dans les deux directions par la ligne maritime en question entre la Suède et la Russie et les communications continuèrent sans interruption jusqu'au 7 décembre, époque à laquelle les accidents occasionnés par des mines dans l'archipel finlandais mirent obstacle à toutes les relations entre Stockholm et Raumo. A partir de cette date, toutes les dépêches échangées entre la Suède et la Russie durent suivre le long chemin autour du golfe de Bothnie, c'est-à-dire le chemin de fer à travers tout le pays jusqu'à Karungi et ensuite la poste aux chevaux jusqu'à Tornea finlandais. A l'exception du temps relativement court où la poste pouvait être transportée sur la glace du fleuve de Tornea, ce dernier transport eut lieu pendant l'hiver 1914-15 dans les circonstances les plus pénibles et par les routes et les moyens de transport les plus difficiles.

Ainsi que cela résulte de ce qui précède, ces importantes dépêches ont été transportées par les soins de l'Office Suédois, d'Angleterre en Russie et vice versa, non seulement à travers le territoire suédois mais aussi au moyen de paquebots suédois entre la Suède et l'Angleterre et entre la Suède et la Russie. Indépendamment du service de transit des correspondances, il a été organisé un transport de colis postaux à travers la Suède entre l'Angleterre et les pays au delà, d'un côté, et la Russie, de l'autre. Dans la direction de l'Angleterre vers la Russie, ce service prit bientôt des proportions considérables. La Suède sert aussi de pays de transit pour les envois de ou pour les prisonniers de guerre, échangés soit entre l'Allemagne et la Russie dans les deux directions, soit entre l'Allemagne et le Japon. Peu à peu ce service est devenu de plus en plus considérable, surtout en ce qui concerne les envois de la Russie pour l'Allemagne. Ainsi, d'après les données déjà établies, le nombre des colis postaux des prisonniers de guerre pour l'année 1915 s'élevait à 1.132.782 et celui des mandats-poste à 852.199, représentant un total de 15.135.718 fr. 95.

Digitized by Google

ÉCOLE SUPÉRIEURE
DES
Postes et des Télégraphes d'Italie [1]

Au cours de l'exercice 1913-1914, l'École a continué de développer avec régularité les divers services qui lui sont confiés. Le personnel, composé en grande partie de diplômés de l'École et d'Ingénieurs, s'est de plus en plus spécialisé.

Études et expériences. — En outre de l'examen de nombreuses inventions en télégraphie ou téléphonie avec ou sans fil, le laboratoire de recherches et d'expériences a eu aussi à s'occuper d'importantes études intéressant les divers services. C'est ainsi que fut reconnue la possibilité d'utiliser le câble Naples-Palerme pour la transmission quadruple Baudot en employant des condensateurs de blocage aux extrémités du câble et des artifices spéciaux pour la réception. En outre, des études analogues furent entreprises pour une meilleure utilisation des câbles avec la Sardaigne.

D'importantes mesures furent effectuées d'un commun accord avec les administrations télégraphiques d'Allemagne et de Suisse pour déterminer la constante d'affaiblissement et les autres caractéristiques de la nouvelle ligne téléphonique pupinisée Milan-Berlin ; des mesures semblables furent faites sur les nouveaux circuits pupinisés Milan-Rome, Milan-Turin, Milan-Gênes.

On continua de même ces études sur l'importante question des perturbations causées sur nos lignes télégraphiques et téléphoniques par les installations électriques industrielles. D'accord avec les fonctionnaires des chemins de fer de l'État, des dispositions intéressantes furent prises sur les circuits influencés par les lignes de traction électrique.

(1) Extrait d'un rapport de l'Administration italienne.

Digitized by Google

Les expériences avec l'appareil Rowland entre Rome et Milan furent poursuivies et firent apparaître l'inopportunité d'adopter le système sur les longues lignes.

La nouvelle installation du Siphon-Recorder sur les câbles de la Lybie, effectuée à la fin de l'exercice précédent avec la collaboration de l'École, fut l'objet d'une surveillance attentive exercée de concert avec la Direction générale des Télégraphes. Le résultat de cette surveillance permit d'éliminer promptement les inévitables difficultés qui se présentent habituellement au moment de la mise en pratique d'un nouveau système ; le fonctionnement des appareils alla toujours en s'améliorant et peut maintenant être considéré comme parfait.

Service des adjudications. — Comme les années précédentes, le service des adjudications a fonctionné de façon régulière. Le montant des fournitures adjugées pendant l'exercice a été de sept millions de livres environ.

D'importantes études et des essais furent effectués sur les fournitures faites sur des échantillons envoyés par les diverses maisons soumissionnaires, dans le but de provoquer la concurrence et d'améliorer les types déjà adoptés par l'Administration, en les remplaçant par d'autres établis plus régulièrement ou reconnus mieux adaptés aux exigences de la pratique.

D'opportunes modifications ont été en conséquence introduites dans la rédaction des cahiers des charges et en outre de nouvelles dispositions ont été soumises à l'approbation du Conseil Supérieur des Services Électriques.

Enseignement. — Les cours de l'École Supérieure qui, en 1913-1914, a accompli sa huitième année d'existence, ont eu lieu de façon satisfaisante, grâce aux efforts du corps enseignant et à la bonne volonté et à l'assiduité des élèves.

Des cours spéciaux d'exercices et d'instruction pratiques ont permis aux élèves de se perfectionner dans les parties les plus délicates du service technique. Pour obtenir ce résultat on a opportunément relié l'École, d'une part, avec le laboratoire d'expériences et de recherches et, d'autre part, avec le service des adjudications, l'un et l'autre pourvus d'une riche dotation de matériel scientifique.

Digitized by Google

Service d'Études et de Recherches Techniques
DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES
MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

Rapport
à M. le Président de la République française.

Paris, le 3 juillet 1916.

Monsieur le Président,

L'importance des études et des recherches techniques s'affirme de plus en plus pour les grandes industries et les exploitations industrielles de l'État.

Le téléphone avec et sans fil, la télégraphie sans fil ont progressé d'une façon surprenante dans ces trois dernières années et soulèvent les problèmes de réalisation les plus délicats de la technique électrique.

Les administrations étrangères, et en particulier l'Angleterre et la Suède, sont redevables du développement intense de la téléphonie dans ces pays aux puissants organismes d'études et de recherches techniques institués depuis quelques années.

En France, le Parlement ayant reconnu l'utilité des recherches et des études de cette nature, a doté, par les lois de Finances de 1912, 1913 et 1914, l'Administration des Postes et des Télégraphes de crédits et d'emplois d'Ingénieurs qui ont permis à l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes, d'une part, d'organiser, chaque année, des missions de techniciens chargés d'étudier sur place les derniers progrès en voie de réalisation

Digitized by Google

dans les administrations étrangères ; d'autre part, d'étudier les principales questions techniques à l'ordre du jour.

Le rétablissement des communications dans les régions actuellement envahies et dévastées, dont le programme est dès maintenant en préparation, pose des problèmes nombreux et nouveaux.

Le but à poursuivre n'est pas, en effet, de faire rétablir purement et simplement les communications telles qu'elles existaient, mais de doter les régions industrielles du Nord et de l'Est et les régions que la France reconstituée aura à organiser, d'un réseau qui, par la mise en œuvre des récents perfectionnements de la technique, assurera au public un service meilleur, tout en permettant une réduction sensible des dépenses de premier établissement et des frais d'exploitation.

Dès lors, le moment est venu de constituer définitivement le Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et des Télégraphes. Il fera tout naturellement partie intégrante de l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes qui, pourvue d'un laboratoire bien outillé, est déjà le centre de l'enseignement et des recherches scientifiques de l'Administration.

Au moment où se posent les grands problèmes que soulève la reconstitution du pays, en vue de la lutte économique des Alliés contre l'industrie ennemie, le Ministre aura ainsi directement à sa disposition un organe suffisamment outillé et documenté qui le tiendra constamment au courant des progrès de nature à améliorer les services dont il a la charge et procèdera d'une façon méthodique aux expériences, essais et recherches indispensables à une exploitation industrielle.

Ce nouvel organe sera tout naturellement le complément des comités techniques qui donnent des avis sur les innovations et modifications à introduire dans l'outillage. Ces avis, s'ils ne sont pas basés sur des essais et des expériences, risquent de demeurer purement théoriques.

Le Service d'Études et de Recherches sera, en ce qui concerne la technique, le trait d'union entre l'Administration, ses comités

Digitized by Google

techniques d'une part, et l'industrie de l'autre. Il pourra être consulté utilement par les services publics qui font un grand usage du télégraphe et du téléphone (Guerre, Marine, Colonies, etc.).

La constitution du Service d'Études et de Recherches Techniques pour lequel l'Administration dispose des ressources suffisantes, n'entraîne, tant en personnel qu'en matériel, aucune dépense nouvelle.

Si vous partagez cette manière de voir, j'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien revêtir de votre signature le projet de décret ci-joint.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie des Postes et des Télégraphes,
CLÉMENTEL.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes ;

Vu le décret du 23 avril 1883, organisant les Services extérieurs des Postes et des Télégraphes ;

Vu le décret du 29 mars 1888, portant organisation de l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes ;

Vu le décret du 10 novembre 1899, portant réorganisation du Service de l'Inspection Générale ;

Vu la loi de Finances du 26 décembre 1908, portant fixation du budget de l'exercice 1909 ;

Vu les lois de Finances des 27 février 1912 et 15 juillet 1914, portant fixation des budgets des exercices 1912 et 1914, accordant deux emplois d'Ingénieur et un emploi d'Inspecteur, en vue de la constitution d'un Service d'Études à l'Administration des Postes et des Télégraphes,

DÉCRÈTE :

Article 1er. — Il est institué à l'École Supérieure des Postes et

Digitized by Google

des Télégraphes un Service d'Études et de Recherches Techniques placé sous l'autorité immédiate du Ministre et dirigé par l'Inspecteur Général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes.

Ce service prend le nom de « Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et des Télégraphes ».

Article 2. — Toutes dispositions contraires à celles qui précèdent sont et demeurent abrogées.

Article 3. — Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des Lois*.

Fait à Paris, le 4 juillet 1916.

R. POINCARÉ.

Par le Président de la République,

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

CLÉMENTEL.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

Vu le décret du 23 avril 1883, organisant les Services extérieurs des Postes et des Télégraphes ;

Vu le décret du 29 mars 1888, portant organisation de l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes ;

Vu le décret du 10 novembre 1899, portant réorganisation du Service de l'Inspection Générale ;

Vu la loi de Finances du 26 décembre 1908, portant fixation du budget de l'exercice 1909 ;

Vu les loi sde Finances des 27 février 1912 et 15 juillet 1914, portant fixation des budgets des exercices 1912 et 1914, accordant deux emplois d'Ingénieur et un emploi d'Inspecteur, en vue de la constitution d'un Service d'Études à l'Administration des Postes et des Télégraphes ;

Digitized by Google

Vu le décret du 4 juillet 1916, instituant à l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes un Service d'Études et de Recherches Techniques ;

ARRÊTE :

Article 1er. — Le Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et des Télégraphes, institué à l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes et dirigé par l'Inspecteur Général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes, conformément au décret du 4 juillet 1916 ; est chargé :

a) d'établir une documentation sur les progrès techniques intéressant l'Administration, réalisés tant en France qu'à l'étranger ;

b) de procéder à l'étude pratique des améliorations à apporter au matériel et aux installations postales, télégraphiques et téléphoniques avec et sans fil, ainsi que des perfectionnements ou changements à introduire dans les méthodes ou règles de construction et d'entretien des lignes ;

c) d'effectuer tous essais, expériences, recherches scientifiques nécessaires à cette étude ;

d) d'effectuer de même les essais, expériences et recherches se rapportant aux modifications et innovations de toutes natures dont les comités techniques postaux, télégraphiques et téléphoniques sont saisis par les services compétents de l'Administration ;

e) de donner des avis techniques sur les questions d'ordre télégraphique et téléphonique dont peuvent le saisir les services publics.

Article 2. — Par des rapports trimestriels contenant toutes propositions utiles, l'Inspecteur Général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et des Télégraphes, tient le Ministre au courant de l'état des travaux du Service d'Études et de Recherches.

Article 3. — Les travaux du Service d'Études et de Recherches, de nature à intéresser le personnel, seront publiés par la voie des *Annales des Postes et des Télégraphes.*

Digitized by Google

Article 4. — Le Directeur pourra, après y avoir été autorisé par le Ministre, admettre des agents des Postes et des Télégraphes, et des personnalités étrangères à l'Administration à prêter, pour des travaux déterminés, leur concours au Service d'Études et de Recherches Techniques.

Paris, le 4 juillet 1916.

CLÉMENTEL.

Projet d'adoption par l'Administration des Postes et Télégraphes d'une visserie nouvelle.

Le Service d'Études et de Recherches techniques de l'Administration prépare les mesures à prendre pour unifier la visserie qui entre dans la composition de son matériel, par l'adoption d'un système reposant sur des bases nettement définies et rationnelles.

Par visserie il faut entendre l'ensemble des vis, boulons et écrous employés à la fixation des différentes pièces des appareils, à l'exception des vis spéciales remplissant toute autre fonction qu'un *simple assemblage*.

A la visserie se rattache évidemment l'outillage nécessaire à la fabrication, à la vérification et à l'emploi des vis (filières, tarauds, calibres, etc.).

Les vis se classent d'après leur diamètre mesuré sur l'arête des filets.

Toute visserie a pour base :

1° La série des diamètres admis ;

2° La loi des pas correspondant aux différents diamètres ;

3° La forme du filet.

Les formes de têtes, les dimensions de fente, etc... sont des éléments utiles à fixer, mais non fondamentaux, et qui peuvent comporter sans inconvénient une certaine diversité.

Le matériel télégraphique a été constitué par l'apport d'appareils de provenances diverses, qui furent généralement adoptés avec les vis qu'ils avaient reçues de leurs constructeurs. C'est

Digitized by Google

ainsi que les appareils Hughes et Baudot se sont introduits avec leurs visseries particulières.

Cependant, en 1891, au moment du développement de la téléphonie, l'Administration a été amenée à adopter un système de visserie, qui reçut le nom de « pas des P. T. T. » et fut appliqué exclusivement aux appareils Baudot, au téléphone et à ses accessoires ; par contre, les appareils Hughes et Morse conservèrent leur ancienne visserie, désignée couramment sous le nom de « pas Hughes ».

Dans ce système, le diamètre et le profil ont des cotes qui, exprimées dans le système métrique, sont compliquées, car elles sont la traduction de cotes données en unités étrangères.

Le système au pas des P. T. T. est dérivé de la visserie Carpentier-Baudot.

Il comporte douze diamètres de vis.

1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 7 8

dont les pas correspondants sont :

0.375 0.375 0.44 0.55 0.60 0.625 0.70 0.75 0.80 0.85 1.00 1.00.

Le filet est triangulaire, suivant l'usage universellement adopté pour les vis d'assemblage. Toutefois, tandis que dans la série Carpentier-Baudot, l'angle du filet est approximativement de 60°, dans la série des P. T. T. il est de 45°.

EXAMEN DE LA SÉRIE DES P. T. T.

Diamètre. — La série des diamètres est très satisfaisante.

Pas. — Dans une série idéale, une loi permettrait de retrouver les caractéristiques d'une vis en fonction du diamètre. Pratiquement ceci conduirait à des cotes d'expression compliquée.

Dans la série Carpentier-Baudot, les pas ont été choisis de manière à ne comporter dans leur expression que des dixièmes et exceptionnellement le 1/2 dixième de millimètre. Les valeurs choisies conduisent à une exécution simple et facile. Le graphique traduisant la loi des pas présente donc quelques points anguleux.

Forme du filet. — Le filet des vis Carpentier, lors de l'établis-

Digitized by Google

sement de la série en 1880, était systématiquement aigu sur son arête et au fond de son rentrant. Cette forme est inadmissible en pratique courante. Même dans une fabrication très soignée, la simple usure des filières amène rapidement au sommet de l'arête et au fond du rentrant la formation d'arrondis plus ou moins accusés. Aussi l'industrie a-t-elle été conduite, ainsi qu'il sera dit plus loin, à adopter comme profil générateur du filet, non pas un triangle complet, mais un triangle tronqué vers son sommet et le long de sa base, c'est-à-dire un trapèze. On appelle « troncatures », les surfaces cylindriques qui, de ce fait, subsistent au sommet du filet et au fond du rentrant. Le pas des P. T. T. ne comporte pas de troncatures; la forme détaillée du filet n'a jamais reçu de définition théorique. On s'est contenté d'établir des séries de modèles matériels qui sont communiqués aux fournisseurs auxquels on en impose l'usage.

Cette manière de procéder a des inconvénients, car pour reproduire la vis, on est obligé d'établir d'abord des cotes, ce qui est une tâche supplémentaire assez délicate.

Examinons maintenant le choix de l'angle dans la visserie des P. T. T. Cet angle de 45° est très aigu, ce qui a les deux inconvénients suivants :

1° A diamètre égal, plus le noyau de la vis se trouve diminué, affaibli, et plus la vis est exposée à se rompre lorsqu'au montage on la bloque avec le tourne-vis.

2° D'autre part, plus l'angle du filet est aigu, plus les filières employées à la fabrication des vis sont fragiles et s'usent vite, moins la fabrication est régulière et plus elle est coûteuse.

Dans le même ordre d'idées, les tarauds présentent la même fragilité, le taraudage des trous est, lui aussi, plus difficile à maintenir régulier avec un filet de 45° qu'avec un filet moins aigu.

L'avantage que l'on a recherché avec l'angle de 45° se présente dans un cas assez particulier : cet angle donne au filet plus de mordant pour les montages *dans l'ébonite*.

En bonne construction, une vis à métaux n'a aucun besoin de mordant. Quand son logement a été soigneusement taraudé,

Digitized by Google

elle doit porter sur ses nappes hélicoïdales et nullement sur l'arête de son filet. Faire tenir une vis dans l'ébonite à la manière des vis dans le bois, ce serait admettre une pratique tout à fait condamnable.

Est-ce donc aux tarauds qu'on a cherché à donner plus de mordant, afin d'obtenir dans l'ébonite des trous mieux filetés? Le bon filetage d'un trou dépend plus de la manière dont il est exécuté que de l'acuité du filet du taraud employé. Mais si un taraud à filet aigu a plus de mordant, quand il est neuf, il ne faut pas oublier qu'il est d'autant mois résistant à l'usure que son filet est plus aigu, et l'on doit souligner que c'est précisément vis-à-vis de l'ébonite, matière éminemment propre à émousser tous les tranchants, que ce défaut est plus grave.

En définitive, la série des P. T. T., qui ne se recommande pas d'une façon spéciale par la loi de ses pas en fonction des diamètres, présente des inconvénients à l'endroit de son filet. Ce n'est donc qu'en revisant cette série, en définissant ses détails et en l'amendant, par l'adjonction de troncatures et par l'augmentation de l'angle des filets, qu'on la rendrait propre à servir de base à la constitution d'une visserie parfaite.

Il existe une série très complète que la *Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, grâce à ses longs et persévérants efforts, a réussi à déterminer et à répandre.

La série de la Société d'Encouragement, qui embrasse les vis de tous les diamètres, depuis les plus gros qu'on rencontre en pratique jusqu'à celui de 0,4 millimètres n'a pas été constituée d'un seul coup, mais en trois échelons, par l'élaboration successive des vis concernant respectivement : la grosse mécanique, la petite mécanique et enfin l'horlogerie. Bien que la partie de la petite mécanique intéresse presque exclusivement la construction télégraphique et téléphonique, il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil rétrospectif sur la genèse du système dans son entier, enfin d'en saisir l'homogénéité et la cohésion.

C'est en 1891 que la Société d'Encouragement, à l'instigation de M. Sauvage, Inspecteur général des Mines, a entrepris son œuvre d'unification. Il s'agissait de répondre, avant tout, aux

Digitized by Google

besoins de la grosse mécanique. Il existait bien déjà, à l'étranger, des systèmes de filetages très recommandables et fort en vogue : le système WITHWORTH, en Angleterre et le système SEILLERS, en Amérique. Mais ils étaient fondés sur l'emploi des mesures anglaises et, par suite, les expressions des cotes avec les unités du système métrique étaient compliquées. Il existait également, dans différents milieux français, des systèmes divers, particularistes, dont l'usage était limité aux ateliers dans lesquels ils avaient été créés.

La Société d'Encouragement nomma une Commission qui, après une étude approfondie des nombreux systèmes sur lesquels elle avait pu se documenter, fixa, pour les vis de diamètre supérieur à 6 millimètres, les données d'une série qui lui paraissait remplir toutes les conditions désirables. Le rapport qu'elle rédigea sur ce sujet parut en 1894. La Société d'Encouragement, adoptant les propositions de sa Commission, leur donna une large publicité et sollicita les critiques et observations des grandes administrations françaises et des principaux industriels. Elle eut la satisfaction de voir son œuvre très favorablement accueillie et son système s'introduire peu à peu dans la pratique de la construction en France.

En 1898, sur l'initiative d'un Comité d'action qui avait été constitué en Suisse, les propositions relatives à la nouvelle série furent soumises à un Congrès international qui eut lieu à Zurich. La Société d'Encouragement, qui prenait part au Congrès, réussit sans difficulté à les faire adopter, à quelques modifications de détail près. Le système qu'elles représentaient devint ainsi le système désigné sous le nom de *Système International* (S. I.).

Ses caractéristiques sont les suivantes:

1° Filet triangulaire à 60° avec troncatures cotées;

2° Loi particulière des pas en fonction des diamètres avec groupement des types par couples, possédant chacun un pas unique.

A la suite de son internationalisation, la série nouvelle vit son expansion se développer largement non seulement en France, mais à l'étranger.

Digitized by Google

Le Congrès de Zurich avait laissé de côté les vis de diamètre inférieur à 6 millimètres. En 1903, le *Syndicat professionnel des Industries électriques de France*, en face de l'importance qu'avait prise la construction de l'appareillage électrique et de la téléphonie, prit l'initiative d'une extension, au filetage des vis de diamètre inférieur à 6 millimètres, des principes posés par la Société d'Encouragement. Celle-ci, sous le contrôle de sa Commission d'études, provoqua une nouvelle enquête à leur sujet dans les milieux intéressés, enquête à la suite de laquelle elle fut amenée à les amender légèrement et leur donna leur expression définitive. Dans une assemblée tenue le 22 juin 1905, où la Société d'Encouragement réunit les représentants des grandes administrations en même temps que les principaux constructeurs et fabricants, ce premier prolongement de la série internationale fut adopté à l'unanimité et reçut le nom de *série de la petite mécanique*, en attendant sa sanction par un Congrès international.

Plus tard enfin, en 1909, sur l'initiative de M. Maurice Picard, de la Maison « les Fils de Henri Picard et Cie », fabricants d'outils et de fournitures pour horlogerie, la Société d'Encouragement fut amenée à reprendre la question de l'unification, au sujet des vis de très petit diamètre (jusqu'à 0,4 mm.) et à proposer une série, reposant sur le même principe que les deux premières et formant leur prolongement extrême, sous le nom de *série horlogère*.

La série de la petite mécanique et la série horlogère, telles qu'elles furent élaborées successivement, chevauchent l'une sur l'autre pour les diamètres compris entre 2 millimètres et 1 millimètre inclusivement. C'est une région qui intéresse précisément la construction télégraphique et téléphonique. Mais, à l'instigation de la Société d'Encouragement elle-même, les représentants les plus autorisés de la petite mécanique sont d'accord pour limiter la série de la petite mécanique au diamètre de 2 mm. 5 (inclus) de manière que le raccord des deux petites séries se fasse sur ce diamètre et que l'ensemble des trois séries constitue *une série parfaitement continue*.

Un rapport sur l'unification des systèmes de filetage fut pré-

Digitized by Google

senté au Congrès des Associations internationales de Bruxelles (1910) au nom de ladite Société, avec un résumé des données principales concernant le système des vis unifiées à dimensions métriques et un tableau donnant la nomenclature et les dimensions principales de ces vis.

La première partie de ce document contient un développement de l'historique qui a été résumé ci-dessus, et établit nettement la paternité de la Société d'Encouragement en ce qui concerne les séries de vis dans lesquelles l'Administration est appelée à faire son choix pour constituer sa propre visserie.

Le Congrès international, tenu à Gand, en 1913, avait décidé qu'une Commission serait instituée pour entrer en rapport avec les Associations internationales intéressées, en vue de la généralisation de cette unification, basée sur l'emploi du système métrique. La guerre, survenue peu après, a suspendu l'exécution de cette décision.

Dans le système de filetage métrique, préconisé par la Société d'Encouragement, le profil du filet dérive d'un triangle équilatéral, dont le côté est égal au pas ; les fonds et les sommets sont obtenus par une troncature rectiligne qui atteint pour les sommets creux, 1/16 de la hauteur du triangle, et, pour les sommets saillants, 1/8. Le jeu de 1/16, laissé entre l'un et l'autre, est très appréciable au point de vue des « tolérances » admises ; en outre, les filets des pièces mâles et femelles assemblées portent par les flancs et non par les sommets, ce qui élimine une cause très fréquente de jeu dans les assemblages.

Enfin les pas sont toujours exprimés par un nombre exact de demi-millimètres pour la série internationale et de demi-dixièmes pour les diamètres plus petits ; cette règle ne comporte qu'une exception, intéressant la vis horlogère de 2 millimètres ; il en sera question plus loin.

Le tableau ci-après indique, pour chacun des diamètres, utilisés en télégraphie et en téléphonie, d'une part, le pas actuel, et, d'autre part, le pas du Système international.

1.5	0.375	0.30
2	0.375	0.39

Digitized by Google

2.5	0.44	0.45
3	0.55	0.60
3.5	0.60	0.60
4	0.625	0.75
4.5	0.70	0.75
5	0.75	0.90
5.5	0.80	0.90
6	0.85	1.00
7	1.00	1.00
8	1.00	1.25

L'examen de ce tableau suggère plusieurs remarques :

1° On pourrait être tenté d'en déduire que l'allongement des pas, si léger soit-il, est de nature à entraîner une légère augmentation de l'épaisseur de certaines pièces des appareils, pour ménager la place d'un nombre de filets suffisant. Le raisonnement n'est pas juste. L'épaisseur des pièces ne se détermine pas par le diamètre de la vis à employer ; c'est le diamètre de la vis et, par suite, son pas qui sont déterminés par l'épaisseur des pièces.

2° Au point de vue de la fixité du bloquage des vis d'assemblage (qui est à prendre en considération quand il s'agit d'appareils télégraphiques, soumis à d'incessantes trépidations), l'allongement des pas peut paraître désavantageux. Dans l'espèce, il est à peu près négligeable et, de plus, dans le changement de visserie projeté, son influence est compensée largement par l'augmentation d'ouverture de l'angle du filet (60° au lieu de 45°) qui favorise le coincement des nappes hélicoïdales.

3° L'allongement des pas et l'ouverture de l'angle au sommet rendent les filières et les tarauds moins fragiles et ne nuisent en rien au bon travail de ces outils.

4° De même qu'au diamètre de 2.5 correspond, dans la série actuelle des P. T. T., le pas de 0.44, dont l'expression n'est pas un nombre entier de 1/2 dixième de millimètre, de même dans la nouvelle série, au diamètre de 2 millimètres correspond le pas 0.39, d'expression également particulière. Mais, en fait, le diamètre de 2 millimètres appartient à la série horlogère et, dans ce

Digitized by Google

domaine, le 1/2 dixième de millimètre est trop grand pour ne pas être fractionné. Le pas de 0.39 est d'ailleurs de réalisation très simple sur les tours à fileter courants, dont la série d'engrenages comportent généralement la roue de 13 dents.

Parmi les craintes qu'on pourrait formuler contre l'adoption d'une visserie nouvelle, une des plus sérieuses réside certainement dans les complications que peut amener une telle mesure : L'entretien des nombreux appareils en service, la coexistence d'appareils munis de visseries différentes, sont évidemment des questions dignes d'attirer l'attention. Il faut se garder toutefois d'en exagérer les difficultés; il semble, au contraire, qu'on puisse les résoudre sans trop d'embarras. Il convient tout d'abord de remarquer que cette complication se manifesterait, à un degré égal, si l'on se bornait à supprimer la série des « pas Hughes » et à réformer celle « des P. T. T. ». Pour parer à ces difficultés, les dispositions suivantes seront à prendre :

1° Informer par avance les fournisseurs habituels de l'Administration, et le public en général, de la décision prise d'imposer, après un certain délai, l'emploi de la nouvelle visserie, pour tout le matériel neuf. Faire établir et délivrer sur demande une spécification détaillée de cette visserie, complétée par une note sur les conditions et les moyens concernant la réception des vis ;

2° Organiser à cette occasion aux Arts et Métiers un service de contrôle des étalons ;

3° Au moment de l'application et transitoirement, faire marquer d'un signe particulier toutes les vis nouvelles (double fente en croix, par exemple, ou tout autre signe) afin d'éviter la confusion entre les nouvelles vis et les anciennes ; faire marquer de même, à l'aide d'un poinçon, les pièces ou tout au moins les appareils comportant des trous taraudés aux nouveaux pas ;

4° Faire servir les approvisionnements actuels de vis à l'entretien des appareils existants, jusqu'à l'extinction de ce matériel.

Les Compagnies de chemins de fer, les grandes Administrations de l'État, Guerre, Marine, etc..., les principaux industriels donnèrent jadis, dans le domaine de la grosse mécanique, un grand exemple en adoptant la première série de la Société

Digitized by Google

d'Encouragement et contribuèrent à lui faire acquérir l'internationalisation.

L'Administration, en adhérant aux propositions de cette Société avait montré, dès juin 1905, l'intérêt qu'elle portait à l'étude de la question de l'unification des pas de vis ; elle va maintenant, par son adhésion, contribuer puissamment à la généralisation du système français de filetage dans le domaine de la petite mécanique.

Augmentation du nombre de fils des lignes aériennes.

L'augmentation du nombre des circuits sur les lignes principales a amené l'Administration à étudier les moyens propres à accroître la capacité des artères. Il est impossible, dans beaucoup de cas, de songer à étendre les nappes de fils qui sont déjà difficiles à placer dans l'espace restreint qui leur est réservé le long des voies ferrées. Il faut donc recourir au serrement de l'armement.

L'étude entreprise a pour objet de rechercher les conséquences qu'entraîne une telle mesure au point de vue *électrique*.

Signalons qu'au point de vue *mécanique*, pour que le rapprochement des fils n'augmente pas les chances de mélange, il faut diminuer les portées. D'autre part, le nombre maximum de fils augmentant pour conserver aux lignes leur résistance mécanique actuelle, il faut aussi augmenter le nombre des appuis, c'est-à-dire diminuer les portées.

Au point de vue électrique, le rapprochement de l'armement :

1° augmente la capacité électrostatique kilométrique,

2° diminue l'inductance kilométrique,

3° augmente la perditance kilométrique par suite de l'augmentation du nombre des isolateurs.

La capacité électrostatique d'un circuit comprend deux parties : l'une qui est celle due aux fils et une autre, beaucoup plus petite, qui est celle due aux isolateurs.

En première approximation, nous pouvons ne pas tenir compte de l'accroissement de la perditance et de la capacité due à l'aug-

Digitized by Google

mentation du nombre des isolateurs, et calculer les constantes des circuits dans les trois cas suivants :

1° armement en diagonale à 0 m. 40
2° — — 0 m. 30
3° — — 0 m. 20

Tous les résultats ainsi obtenus sont consignés dans les trois tableaux ci-contre.

Il résulte de leur comparaison que lorsqu'on passe de l'armement actuel à 0 m. 40 à l'armement à 0 m. 30, l'affaiblissement kilométrique augmente de 3 à 4 °/₀ seulement, et que lorsqu'on passe de 0 m. 40 à 0 m. 20, l'affaiblissement kilométrique augmente de 9 à 10 °/₀ environ.

L'armement à 0 m. 30 qui double presque la capacité en fils des artères et qui n'augmente pas sensiblement l'affaiblissement des circuits convient donc bien pour le but poursuivi.

Il faut remarquer que les nouvelles lignes armées à 0 m. 30 et en diagonale seront encore dans des conditions meilleures que celles des offices étrangers :

Angleterre, armement à 0 m. 305.

Suisse, armement en plan à 0 m. 25.

Allemagne, armement spécial donnant un écartement de 0 m. 175 environ entre fils d'un même circuit.

*
* *

Influence de l'augmentation du nombre des isolateurs sur la capacité et l'affaiblissement de la ligne.

Pour les gros diamètres, l'affaiblissement est donné par la formule :

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Si C varie, il est aisé de voir que :

$$\frac{d\beta}{\beta} = \frac{1}{2}\,\frac{dC}{C}\left[\frac{\frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} - \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}}{\frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}}\right] = \frac{1}{2}\,\frac{dC}{C}\,\frac{R - G\frac{L}{C}}{R + G\frac{L}{C}}$$

Digitized by Google

CONSTANTES DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES

Lignes aériennes *

Diamètre des fils (millim.)	Résistance linéique (ohms)	Inductance linéique (henrys) (1)	Perditance linéique (ohms)	Capacité linéique (farads) (2)	Impédance		Admittance		Constante de propagation				Caractéristique	
					Module (ohms)	Argument (radians)	Module (ohms)	Argument (radians)	Module	Argument	Constante d'affaiblissement	Constante de long^{r} d'onde	Module (ohms)	Argument (radians)
2	11,193	0,00252	1.10^{-6}	0,00459.10^{-6}	16,85	0,8445	22,98.10^{-6}	1,5273	19,68.10^{-3}	1,1859	0,00739	0,0182	856	-0,3414
2,5	7,163	0,00243	1.10^{-6}	0,00477.10^{-6}	14,11	1,0383	23,86.10^{-6}	1,5289	18,35.10^{-3}	1,2836	0,00520	0,0176	769	-0,2453
3	4,975	0,00236	1.10^{-6}	0,00492.10^{-6}	12,80	1,1715	24,62.10^{-6}	1,5302	17,75.10^{-3}	1,3508	0,00387	0,0173	721	-0,1793
3,5	3,655	0,00230	1.10^{-6}	0,00506.10^{-6}	12,05	1,2626	25,31.10^{-6}	1,5313	17,46.10^{-3}	1,3970	0,00302	0,0172	690	-0,1343
4	2,798	0,00224	1.10^{-6}	0,00519.10^{-6}	11,56	1,3263	25,94.10^{-6}	1,5322	17,32.10^{-3}	1,4293	0,00244	0,0171	667	-0,1030
4,5	2,211	0,00220	1.10^{-6}	0,00530.10^{-6}	11,20	1,3721	26,53.10^{-6}	1,5331	17,24.10^{-3}	1,4526	0,00203	0,0171	650	-0,0805
5	1,791	0,00215	1.10^{-6}	0,00541.10^{-6}	10,92	1,4060	27,07.10^{-6}	1,5338	17,19.10^{-3}	1,4699	0,00173	0,0171	635	-0,0639

* Pour des courants de pulsation 5000

(1) Calculée par la formule $L\ ^{H}/_{KM} = \left(4\ \text{Lon}\ \frac{2D}{d} + 1\right) 10^{-4}$

(2) Calculée par la formule $C\mu^{F}/_{KM} = \frac{1}{9.4\ \text{Lon}\ \frac{2D}{d}}$

OBSERVATION : Armement à 0 ^{m} 30 en diagonale (distance entre conducteurs 30 $\times \sqrt{2}$ centimètres).

Digitized by Google

CONSTANTES DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES

Lignes aériennes *

Diamètre des fils (millim.)	Résistance linéique (ohms)	Inductance linéique (henrys) (1)	Perditance linéique (ohms)	Capacité linéique (farads) (2)	Impédance		Admittance		Constante de propagation				Caractéristique	
					Module (ohms)	Argument (radians)	Module (ohms)	Argument (radians)	Module	Argument	Constante d'affaiblissement	Constante de longr d'onde	Module (ohms)	Argument (radians)
2	11,193	0,00236	1.10^{-6}	$0,00492.10^{-6}$	16,26	0,8114	$24,62.10^{-6}$	1,5302	$20,02.10^{-3}$	1,1708	0,00780	0,0184	813	-0,3594
2,5	7,163	0,00227	1.10^{-6}	$0,00512.10^{-6}$	13,42	1,0076	$25,64.10^{-6}$	1,5318	$18,55.10^{-3}$	1,2697	0,00550	0,0177	723	-0,2621
3	4,975	0,00220	1.10^{-6}	$0,00530.10^{-6}$	12,05	1,1453	$26,53.10^{-6}$	1,5331	$17,88.10^{-3}$	1,3392	0,00410	0,0174	674	-0,1939
3,5	3,655	0,00213	1.10^{-6}	$0,00546.10^{-6}$	11,28	1,2408	$27,33.10^{-6}$	1,5342	$17,56.10^{-3}$	1,3875	0,00320	0,0173	642	-0,1467
4	2,798	0,00208	1.10^{-6}	$0,00561.10^{-6}$	10,77	1,3081	$28,07.10^{-6}$	1,5352	$17,39.10^{-3}$	1,4216	0,00258	0,0172	620	-0,1136
4,5	2,211	0,00203	1.10^{-6}	$0,00575.10^{-6}$	10,41	1,3567	$28,75.10^{-6}$	1,5360	$17,30.10^{-3}$	1,4463	0,00215	0,0172	602	-0,0897
5	1,791	0,00199	1.10^{-6}	$0,00587.10^{-6}$	10,12	1,3929	$29,39.10^{-6}$	1,5368	$17,24.10^{-3}$	1,4648	0,00182	0,0171	587	-0,0719

* Pour des courants de pulsation 5000

(1) Calculée par la formule $L\ ^{u}/_{km} = \left(4\ \text{Lon}\ \frac{2D}{d} + 1 \right) 10^{-4}$

(2) Calculée par la formule $C\ \mu^{F}/_{km} = \frac{1}{9.4\ \text{Lon}\ \frac{2D}{d}}$

Observation : Armement à 0 m 20 en diagonale (distance entre conducteurs $20 \times \sqrt{2}$ centimètres).

Digitized by Google

CONSTANTES DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES

Lignes aériennes *

Diamètre des fils (millim.)	Résistance linéique (ohms)	Inductance linéique (henrys) (1)	Peréditance linéique (ohms)	Capacité linéique (farads) (2)	Impédance		Admittance		Constante de propagation				Caractéristique	
					Module (ohms)	Argument (radians)	Module (ohms)	Argument (radians)	Module	Argument	Constante d'affaiblissement	Constante de longr d'onde	Module (ohms)	Argument (radians)
2	11,193	0,00264	1.10^{-6}	$0,00438.10^{-6}$	17,29	0,8666	$21,94.10^{-6}$	1,5252	$19,47.10^{-3}$	1,1959	0,00713	0,0181	888	-0,3293
2,5	7,163	0,00255	1.10^{-6}	$0,00454.10^{-6}$	14,61	1,0583	$22,74.10^{-6}$	1,5268	$18,22.10^{-3}$	1,2925	0,00500	0,0175	802	-0,2343
3	4,975	0,00247	1.10^{-6}	$0,00468.10^{-6}$	13,33	1,1883	$23,43.10^{-6}$	1,5281	$17,67.10^{-3}$	1,3582	0,00373	0,0173	754	-0,1699
3,5	3,655	0,00241	1.10^{-6}	$0,00481.10^{-6}$	12,60	1,2765	$24,06.10^{-6}$	1,5292	$17,41.10^{-3}$	1,4028	0,00291	0,0172	724	-0,1264
4	2,798	0,00236	1.10^{-6}	$0,00492.10^{-6}$	12,12	1,3378	$24,62.10^{-6}$	1,5302	$17,27.10^{-3}$	1,4340	0,00236	0,0171	701	-0,0962
4,5	2,211	0,00231	1.10^{-6}	$0,00503.10^{-6}$	11,75	1,3817	$25,15.10^{-6}$	1,5310	$17,20.10^{-3}$	1,4564	0,00196	0,0171	684	-0,0747
5	1,791	0,00227	1.10^{-6}	$0,00512.10^{-6}$	11,48	1,4142	$25,64.10^{-6}$	1,5318	$17,16.10^{-3}$	1,4730	0,00168	0,0171	669	-0,0588

* Pour des courants de pulsation 5000.

(1) Calculée par la formule $L^{H/km} = \left(4 \text{ Lon } \frac{2D}{d} + 1\right) 10^{-4}$

(2) Calculée par la formule $C^{\mu F/km} = \frac{1}{9.4 \text{ Lon } \frac{2D}{d}}$

OBSERVATION : Armement à 0 m 40 en diagonale (distance entre conducteurs $40 \times \sqrt{2}$ centimètres).

Digitized by Google

Or, $\dfrac{R - G\dfrac{L}{C}}{R + G\dfrac{L}{C}}$ est toujours plus petit que 1 et n'est généralement pas inférieur à 1/4, donc on a certainement :

$$\frac{d\beta}{\beta} \leqslant \frac{1}{2}\,\frac{dC}{C}$$

La capacité due à un isolateur grand modèle est d'environ 0,00007 μ F. (Lagarde — Formulaire d'Hospitalier).

La portée actuelle est de 60 mètres en ligne droite et 40 mètres en courbes, ce qui conduit à une moyenne de 20 appuis par kilomètre. Les isolateurs introduisent donc une capacité supplémentaire de 0,0007 μ F.

La nouvelle portée sera de 50 mètres en ligne droite et 30 mètres en courbes, ce qui donne une moyenne de 25 appuis par kilomètre.

Les isolateurs introduisent donc dans ce cas une capacité supplémentaire de 0,000875 μ F.

Le supplément de capacité due aux isolateurs apporté par le serrement de l'armement est donc de

$$0{,}000\,875 - 0{,}0007 = 0{,}000\,175\ \mu\text{ F. par kilomètre.}$$

Ce chiffre conduit à

$$\frac{dC}{C} < 0{,}04 \quad \text{et} \quad \frac{d\beta}{\beta} < 0{,}02$$

***

Influence de l'augmentation du nombre des isolateurs sur la perditance et l'affaiblissement de la ligne.

Lorsqu'on passe de 20 à 25 appuis au kilomètre, la perditance augmente de 25 %.

La formule $\beta = \dfrac{R}{2}\sqrt{\dfrac{C}{L}} + \dfrac{G}{2}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$ indiquée précédemment pour les circuits de gros diamètres peut s'écrire : $\beta = \beta' + \beta''$ en posant

Digitized by Google

$$\beta' = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} \quad \text{et} \quad p'' = \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

d'où $$\frac{\beta''}{\beta'} = \frac{G}{R} \cdot \frac{L}{C}$$

Si la perditance augmente de 25 °/₀, on aura :

$$d\beta = \frac{1}{4}\beta''$$

Or, dans le cas très défavorable d'un circuit en fil de 5 mm., avec perditance de 1.10^{-6} ohm par kilomètre

$$\frac{\beta''}{\beta'} \simeq \frac{1}{4} \quad \text{d'où } \beta = \beta' + \beta'' \simeq 5\,\beta''$$

ce qui fait que dans ce cas on a :

$$\frac{d\beta}{\beta} = \frac{\beta''}{4 \times 5\,\beta''} = 0{,}05.$$

L'augmentation de l'affaiblissement dû à la variation de la perditance ne sera donc que de 5 °/₀. Dans les cas normaux elle serait négligeable.

Conclusion. — L'armement à 0 m. 30 doublera à peu près la capacité en fils des lignes actuelles, sans diminuer sensiblement leurs qualités transmissives.

Digitized by Google

Le service postal, télégraphique et téléphonique
DANS LES ADMINISTRATIONS ET LES ARMÉES
DES PAYS ENNEMIS

Installations téléphoniques pourvues de bobines Pupin avec enroulement en fil de fer.

Depuis quelque temps, on construit beaucoup en Allemagne, sur l'ordre du ministre des Travaux Publics, des lignes téléphoniques pupinisées en fil de fer, afin d'économiser le cuivre. Les essais effectués sur ces lignes ont montré qu'en utilisant le fer, les communications téléphoniques sont possibles, à la condition que l'affaiblissement ne soit pas assez fort pour que la déformation devienne gênante. D'après les mesures faites, il ne serait pas avantageux d'établir des lignes en fil de fer de plus de 200 kilomètres de longueur. En deçà de cette limite, par contre, l'emploi de lignes pupinisées en fer a donné de bons résultats. Les considérations qui militent surtout en faveur de l'adoption des lignes en fer sont résumées ci-dessous :

a) Les lignes en fer très courtes (jusqu'à environ 30 kilomètres) n'ont pas besoin d'être pupinisées;

b) Il convient de pupiniser toutes les autres lignes en fer parce qu'on influe ainsi favorablement sur l'affaiblissement et la déformation ;

c) On ne peut employer le fer pour les lignes que dans des conditions spéciales. Il faut distinguer deux cas : 1° le trafic téléphonique s'écoule uniquement sur deux lignes en fer; 2° il s'écoule sur des lignes mixtes, fer et bronze.

1° Pour des lignes construites uniquement en fer, la longueur,

Digitized by Google

nous l'avons dit, ne peut excéder 200 kilomètres. Si l'on envisage de plus grandes distances, on doit utiliser pour cet objet (le cas échéant avec intercalation de bobines Pupin) les courtes lignes de bronze qui servent aux communications rapprochées, et construire pour ces dernières de nouvelles lignes en fer. Ainsi les lignes de bronze sont affectées aux grandes distances ; et les lignes de fer, aux communications rapprochées;

2° Lorsqu'on utilise simultanément des lignes de fer et de bronze, le tableau ci-dessous donne un aperçu des lignes que l'on peut connecter sans trop nuire à l'audition. On suppose que les lignes de fer sont en fil de 4 mm. et pupinisées et que les lignes en bronze sont en fil de 2 mm. et non pupinisées. Dans ces conditions, on peut composer des lignes mixtes constituées ainsi qu'il suit :

200 kil.	de ligne pupinisée	en fer	reliés à 10 kil.	de ligne	de bronze
170	—	—	40	—	—
130	—	—	80	—	—
100	—	—	100	—	—
50	—	—	150	—	—

Si les lignes de bronze sont également pupinisées, on peut en employer une longueur à peu près double.

Un point doit retenir particulièrement l'attention : c'est que les postes centraux téléphoniques, même lorsqu'ils sont éloignés les uns des autres de moins de 200 kilomètres, ne doivent pas, en général, être reliés l'un à l'autre au moyen de lignes de fer, lorsque les communications établies par l'intermédiaire de ces postes centraux s'échangent sur des lignes dépassant cette distance. Mais de telles communications sont plutôt rares; on pourrait donc relier des postes centraux au moyen de lignes de fer, à la condition toutefois que, dans ces cas exceptionnels, la parole fût convenablement reproduite.

d) Avec les lignes de fer, comme avec toutes les lignes téléphoniques, on doit croiser les fils. Lorsque sur le même poteau coexistent des fils télégraphiques et des fils de signaux, le croisement s'opérera à des distances aussi réduites que possible ; on agira de même dans les circonscriptions où se trouvent des

Digitized by Google

lignes à haute tension, même si les supports ne sont chargés que de lignes téléphoniques.

e) L'intercalation de câbles sur la ligne influe fortement sur la répartition des bobines. Il est bon de pupiniser les câbles de plus de un kilomètre de longueur.

f) Les lignes de fer exigent une exécution particulièrement soignée, les soudures surtout.

La première installation téléphonique avec conducteurs de fer a été réalisée et minutieusement contrôlée à la direction des chemins de fer de Danzig. Les bobines Pupin sont intercalées tous les 9 700 mètres et possèdent une self de $0^h,2$.

Les installations électriques dans les bureaux-gares allemands.

Il était encore possible, il y a peu de temps, d'assurer le service postal au moyen des trains ordinaires; l'accroissement énorme du trafic qui s'est produit pendant les dernières années a conduit à employer des moyens plus puissants.

Le transport des lettres est assuré par les trains ordinaires; il en est autrement pour les colis postaux, dont l'emploi s'est généralisé en raison du bon marché des tarifs et des facilités qui ont été accordées au public.

On commença à envisager la construction de gares spéciales au début du siècle ; en 1914 des bureaux-gares étaient en service à Dresde, Breslau, Cologne, Hambourg, Leipzig et Berlin; trois dépendent du cercle de Berlin: ceux de la gare de Silésie (Est), de la rue de Luckenwalder (Sud-Est et Sud), de la gare de Lehrte (Nord-Ouest). Nous nous occuperons surtout des installations de Berlin, dont nous examinerons les diverses particularités.

Dans chacun de ces bureaux on distingue l'arrivée et le départ formant deux services distincts.

Au départ, on décharge les voitures portant les colis et on conduit les divers sacs postaux aux trains qui doivent les emmener.

Digitized by Google

A l'arrivée on trie les colis venant par voie ferrée et on les charge sur les voitures qui les conduisent aux bureaux de poste.

Il faudra donc assurer : Au départ, le déchargement des voitures postales ; le transport des colis aux voies de chargement.

A l'arrivée, le déchargement des wagons ; le transport des colis à la salle de tri ; la conduite des colis aux rampes de chargement, et le chargement des voitures postales.

Il faudra en outre assurer le mouvement des wagons, conduire ceux qui sont vides au nettoyage, aux voies de garage ou de départ, suivant le cas, et faire charger les colis expédiés par différents trains de voyageurs.

TRANSPORT DES COLIS POSTAUX

Les paquets sont transportés dans des chariots poussés à la main ; ce procédé est peu rapide, entraîne une perte de temps considérable et revient très cher ; le travail des facteurs est en outre pénible, le chariot chargé pesant près d'une tonne. Aux États-Unis, on a employé des chariots à traction électrique alimentée par des accumulateurs ; l'usage de ces appareils ne s'est pas répandu dans les autres pays.

Dans beaucoup de bureaux-gares, on a été obligé de placer les voies et les salles sur plusieurs étages, notamment à Cologne, à la gare de Silésie, et à la rue de Luckenwalder.

Les monte-charges employés dans ces bureaux sont semblables à ceux des chemins de fer ; toutefois on s'est limité aux appareils électriques ; les monte-charges hydrauliques auraient donné une marche plus régulière et auraient été d'un emploi plus facile, mais ils ont le grand inconvénient de consommer à vide la même quantité d'eau qu'en charge, de sorte que le prix de revient moyen d'une course est bien plus élevé qu'avec un monte-charge électrique, qui absorbe une quantité d'énergie variable avec le poids qu'il transporte ; avec les appareils utilisés, le prix de revient moyen d'une course est de 1 pf., alors qu'avec des monte-charges hydrauliques, il serait de 15 pf. environ.

TRACTION DES VOITURES

Les mouvements des voitures sont faciles quand la gare est

Digitized by Google

équipée de cabestans et de tracteurs qui permettent le déplacement des voitures, soit sur une seule voie, soit d'une voie à l'autre. Mais les mouvements dans un bureau-gare sont complètement différents de ce qu'ils sont dans une gare ordinaire : ici, ils se font en général deux fois par jour; là, au contraire, le va-et-vient des voitures est continuel et n'est interrompu qu'à de courts intervalles, il est donc nécessaire d'employer des appareils électriques. Aussi, les tracteurs sont des

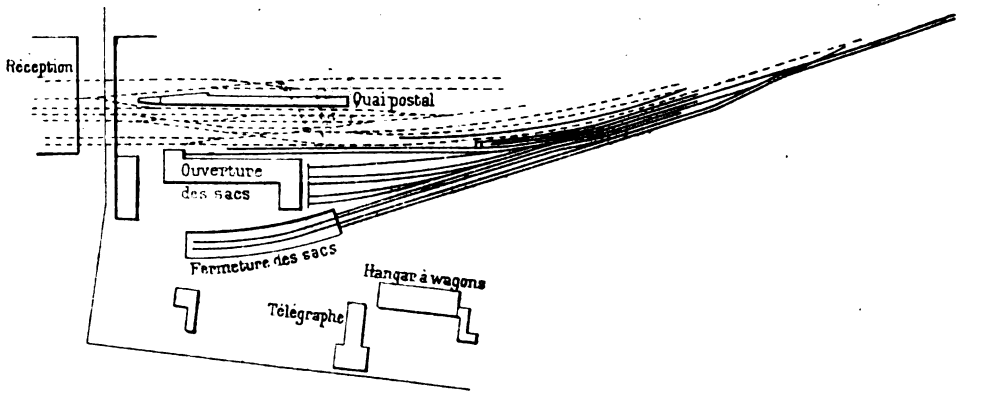


Fig. 1. — Bureau postal de la gare de Silésie.

locomotives électriques, et l'on a dû choisir entre les locomotives à accumulateurs et les locomotives à trolley.

Quand l'étendue des voies n'est pas trop considérable, il est préférable d'employer des locomotives alimentées par une ligne aérienne; le poids mort de l'appareil est moins important; on évite en outre les pertes dans la batterie; avec des voitures à accumulateurs il faudrait tenir compte de la nécessité de constituer des batteries de réserve, et de la perte de temps qui se produit pendant la charge des accumulateurs.

La première installation électrique fut celle de la gare de Silésie.

La locomotive employée avait les caractéristiques suivantes :

Distance des essieux.....	2 m. 50
Poids en service.....	16 tonnes
Effort de traction.....	2.000 kilogs environ

Digitized by Google

Vitesse.....	15 km. à l'heure
Puissance.....	66 chevaux
Longueur entre tampons.....	6 m.

Lors de la mise en service de l'installation, des troubles se produisirent dans le fonctionnement des signaux ; cela provenait des rails servant au retour du courant de ces appareils; il fallut aménager un fil de retour spécial.

La dépense de courant pour la tonne km. est de 0,375 pfen-

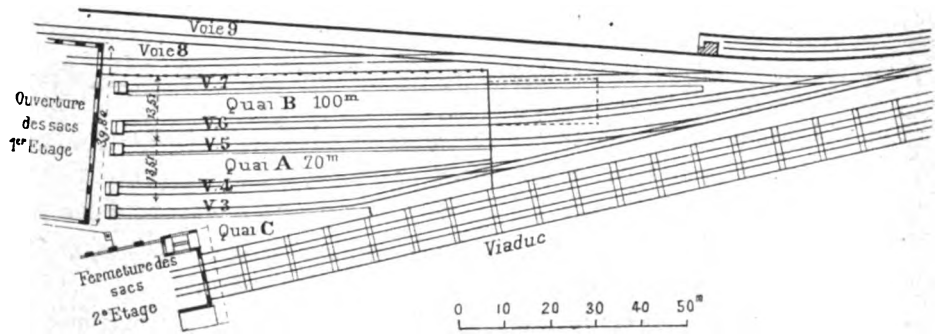


Fig. 2. — Quai du bureau postal de la gare de Silésie.

nig; pendant une journée, la locomotive accomplit 250 voyages représentant un parcours total de 35 km. 7, dont 15 à vide.

L'installation du bureau-gare de la rue de Luckenwalder est, dans son ensemble, analogue à celle de la gare de Silésie que nous venons de décrire ; elle en diffère en quelques points ; en particulier, le retour du courant ne se fait pas par les rails. Le plan du bureau est analogue à celui que nous venons de voir; toutefois, les rampes sont plus accentuées et en certains endroits sont de 1/40 ; il en est de même pour les courbes dont le diamètre s'abaisse jusqu'à 100 mètres. Le conducteur aérien qui alimente les locomotives a une longueur totale de 4.200 mètres. Dans l'ensemble de l'installation, les voies sont très rapprochées et il est difficile de placer entre elles des supports suffisants. Pour vaincre cette difficulté on a employé de petits poteaux en fer en U, reliés par des fils transversaux à des pylônes placés au bord des emprises.

Digitized by Google

Les manchons de raccord sont doubles, ce qui permet aux voitures de traverser tous les croisements à la vitesse de 20 à l'heure ; ils sont fixés par des vis munies de contre-écrous qui évitent qu'elles ne se desserrent sous l'influence des vibrations.

Au début, on disposait seulement de deux locomotives, mais l'importance du trafic est rapidement devenue telle que l'emploi d'une troisième machine s'est trouvé nécessaire ; cette machine montée sur bogies a une puissance double de celle de chacune des premières.

INSTALLATIONS D'ÉCLAIRAGE

L'éclairage des bureaux-gares se fait exclusivement au moyen de lampes à filament métallique.

Au départ, il n'est pas nécessaire d'éclairer les wagons d'une manière parfaite, les colis étant classés d'après leur destination et ceux qui vont le plus loin étant chargés les premiers.

A l'arrivée au contraire, il faut éclairer l'intérieur du wagon. La ligne d'alimentation des lampes passe au-dessus du quai, parrallèlement aux voies, à une hauteur de 3 m. 50 ; elle est ainsi hors d'atteinte des personnes qui circulent dans la gare, mais à portée des employés qui travaillent dans les wagons.

La poignée de la prise de courant est constituée par deux baguettes de chêne, entre lesquelles sont placés les conducteurs alimentant les lampes ; ces lampes sont suspendues à l'intérieur de la voiture.

Le trafic postal dans un bureau-gare de Berlin.

Un important service de transbordement des dépêches fonctionne au bureau n° 17, installé à la gare de Silésie, placée au point terminus des lignes Kœnigsberg-Insterburg, Posen-Thorn, Breslau-Galicie. Cette gare reçoit encore les trains rapides et les principaux express de ou pour Hanovre-Cologne, Cassel-Coblence, Francfort-sur-le-Mein = Metz. De nombreuses dépêches postales transitent par cette gare, ainsi que toutes les

Digitized by Google

correspondances originaires de Berlin à destination de l'armée de l'Est, une bonne partie de celles provenant des armées de l'Ouest et la majorité de celles originaires des armées de l'Est. 143 trains-poste et 593 voitures transportent les sacs de ou pour la capitale, et les correspondances destinées aux armées. 14.340 sacs en moyenne sont envoyés chaque jour, à la Poste aux armées et leur contenu peut être évalué à plus de 10 millions d'objets.

Le personnel affecté au service du transbordement décharge les sacs à leur arrivée des bureaux ambulants et des voitures, les trie par courriers ou par bureaux-frontières, puis les recharge dans les wagons ou voitures en partance. L'Administration des chemins de fer doit mettre tous les jours 27 allèges à la disposition du service postal. 120 unités du bureau sont exclusivement occupées au service de la poste aux armées ; le personnel pour le tri des lettres et des colis a été accru depuis la guerre. En mai 1915, 3.282.000 paquets ordinaires ont transité par ce bureau, soit 121.000 de plus que dans la période correspondante de 1914.

Propriétés immobilières des postes et télégraphes en Allemagne.

D'après le relevé des propriétés domaniales de l'Empire dressé le 31 mars 1914, une superficie globale de 375 ha. 9 a. 54 ca. est affectée à l'Administration des Postes.

Celle-ci possède 1.254 immeubles : hôtels, locaux d'habitation, bureaux, stations de transbordement des dépêches, postes de télégraphie sans fil, guérites pour les câbles télégraphiques et téléphoniques, puis les pâturages pour chevaux de Karow et le snatorium de Blankenburg (Harz).

L'Administration a dû édifier, dans de petites localités de la Prusse Orientale, de nombreux bâtiments d'habitation, à l'usage des sous-agents. C'est ainsi qu'on compte 100 de ces habitations dans la circonscription de Bromberg, 96 dans celle de Dantzig, 95 dans celle de Gumbinnen, 92 dans celle de Kœnigsberg, et 78 dans celle de Posen.

Digitized by Google

Le budget des postes allemand.

Le budget pour l'exercice 1916 est, en réalité, une copie de celui de 1915 qui reproduisait le précédent. Les frais d'exploitation ont baissé de 96 millions à 87 millions de marks, notamment pour les dépenses télégraphiques (9 millions 1/2 de baisse); par contre les dépenses postales ont légèrement augmenté.

Aucun crédit n'est prévu pour l'extension du service téléphonique, les dépenses étaient de 39 millions de marks en 1914 et de 18 millions l'an dernier. Les dépenses pour les grands travaux téléphoniques souterrains ont diminué de 5 à 2 millions.

	1916 Marks	1915 Marks
RECETTES :		
Budget ordinaire	881.288.500	881.569.500
DÉPENSES :		
A. — *Budget ordinaire*	4.176.790	4.177.320
Traitement du personnel de direction et de surveillance en Allemagne et aux colonies	330.634.523	330.777.323
Indemnités de résidence	64.982.883	64.996.000
Autres dépenses pour l'assistance, les pensions, etc	173.831.997	171.325.697
Frais d'exploitation (entretien des bureaux de poste ambulants et des appareils, paiements à l'administration des chemins de fer, expédition des courriers, entretien des télégraphes, etc)	87.273.970	95.547.800
Dépenses diverses, frais de missions, loyers des bureaux	40.991.900	41.991.900
Dépenses de construction	3.760.000	3.570.000
Paiements aux autorités des chemins de fer, télégraphes et de navigation étrangères.	37.546.608	37.546.608
	743.198.671	749.932.648
Recettes	881.288.500	881.569.500
Balance	138 089.829	131.636.852
Dépenses en capital (voir *b*) ci-dessous)	25.413.547	34.084.906
Excédent	112.676.282	97.551.946
B. — *Budget extraordinaire.*		
Projets téléphoniques relatifs au service		18.000.000

Digitized by Google

b) Dépenses en capital :

Extension (nouveaux terrains et nouveaux bâtiments).....	25.413.547	34.084.906
Sont compris dans ce chiffre les frais télégraphiques et téléphoniques suivants :		
Remboursement et intérêt du capital.....	15.208.080	14.719.880
Grands travaux de lignes téléphoniques souterraines.....	2.000.000	5.000.000

Les commentaires que formulent les *Blätter* sur le budget sont à la fois typiques et instructifs.

« Le deuxième budget de guerre ! Qui n'avait, dans le calme de sa chambre, désiré et espéré, lorsqu'en mars de l'année précédente le premier fut déposé devant le Reichstag, qu'il serait le dernier. Nos ennemis ne l'ont pas voulu. Le Moloch de la guerre a exigé de nouveaux sacrifices inouïs de sang et de biens. Mais tous les plans honteux de nos adversaires se sont brisés contre la cuirasse de notre brillante défense et contre le granit de la volonté de notre peuple de tenir jusqu'au dernier souffle. Les maîtres de nos ennemis doivent vivre en grinçant des dents, tandis que résiste inébranlablement aux vantardises des mercenaires du monde, presque tout entier, le mur de fer et de feu que la force vivante de notre peuple a érigé, que l'espoir décevant de nos ennemis de nous faire tomber à genoux par la faim se brise contre l'esprit d'ordre et d'invention de l'Allemagne, que leur vil espoir de nous détruire avec des boulets d'argent s'évanouit, comme une image de rêve. »

La poste allemande et les mutilés.

L'Administration des Postes a, dès le début, donné une attention spéciale à la question de la réutilisation de ses agents mutilés; leur radiation des cadres ne peut être prononcée que lorsqu'il est bien établi qu'ils sont impropres à tout emploi.

Récemment elle a étendu cette mesure aux ouvriers mutilés qui, avant leur entrée dans le service armé, étaient occupés d'une façon permanente en qualité d'ouvriers des lignes, d'aides, de jeunes porteurs de télégrammes, etc... Elle ne se borne pas à

Digitized by Google

les réintégrer dans leur situation antérieure, mais elle leur garantit la possibilité d'obtenir un emploi de sous-agent.

La même bienveillance est apportée dans l'examen de l'aptitude physique des anciens militaires, appartenant à d'autres professions et en possession d'un titre de pension ; mais c'est seulement après l'accomplissement d'une période d'essai, destinée à permettre de les apprécier, que leur admission définitive est décidée.

La caisse d'épargne et l'armée allemande.

Depuis avril 1915, les militaires peuvent envoyer directement leurs économies aux caisses d'épargne en utilisant des formules spéciales de mandats qui leur sont remises par les bureaux de poste aux armées. Ces formules portent à la partie supérieure du recto la mention : « Paiement aux caisses d'épargne » et au verso les indications imprimées nécessaires au contrôle de la comptabilité. On y a fait figurer une mention où le déposant indique nommément la personne désignée pour disposer, en cas de décès, de l'avoir net du livret.

Bureaux de renseignements gratuits.

Le numéro des *Annales* de mars 1916 a fait mention du bureau de renseignements de Solingen tenu par des dames volontaires. Les effets de cette institution charitable ont déterminé un courant de générosité qui s'est traduit par la création, sur tout le territoire, de bureaux de renseignements analogues dénommés *Kriegschreibstuben*. L'œuvre, encouragée et soutenue par l'Administration, a pour but de venir en aide au public pour toutes les questions intéressant le service de la Poste aux armées et la correspondance avec les prisonniers de guerre. Quelques détails complémentaires donneront la physionomie de ce nouvel organisme introduit dans la vie publique de nos adversaires :

Un comité de bienfaisance est à la tête de chaque bureau. Un membre du comité s'y trouve en permanence, ainsi que trois

Digitized by Google

dames volontaires chargées du service. Chacune a devant elle tous les objets nécessaires pour écrire, un pèse-lettres, un tampon et des griffes, un jeu des diverses formules officielles, un registre du format des albums de cartes illustrées (*Musterbuch*) renfermant des modèles de toutes les opérations postales régulières incombant au public (rédaction des adresses, des mandats, etc..., à destination des armées ou des prisonniers internés dans les divers états belligérants).

Outre ce recueil de modèles, l'Administration des Postes fait parvenir à tous les bureaux de renseignements plusieurs exemplaires de l'édition constamment mise à jour des avis officiels relatifs à la Poste aux armées et au Service des prisonniers de guerre (*Merkblatt für Feldpostsendungen*; *Postverkehr mit Kriegsgefangenen*). De plus, chaque bureau édite, à l'usage de ses employés, un bulletin, *Les Dernières Nouvelles*, petit recueil de toutes les nouvelles dispositions officielles intéressant le service. On y trouve non seulement le texte des instructions, mais encore toutes sortes d'exemples et d'applications pratiques.

Lorsqu'il se présente des cas particuliers, la solution est demandée aux autorités militaires ou postales, par télégraphe ou par téléphone.

Une salle contiguë à celle des renseignements est destinée à l'emballage et à l'expédition des colis (*Packkammer*).

L'institution des bureaux de renseignements a donné toute satisfaction au public.

Proscription des mots de langues étrangères dans le service des postes en Allemagne.

L'Administration Centrale des postes allemandes a adressé aux Directions et aux Services d'exploitation la circulaire suivante :

« La grande guerre que l'Allemagne est contrainte de faire a contribué puissamment à fortifier dans le peuple l'amour de la langue nationale. Partout on se met à l'œuvre par la parole et par la plume, pour mener avec une nouvelle ardeur la lutte contre les mots étrangers superflus. C'est le devoir de tous les

Digitized by Google

agents des Postes et Télégraphes de collaborer à ce travail dans la mesure de leurs forces. Qu'ils n'oublient pas qu'aussitôt après la fondation de l'Empire, c'est l'Administration des Postes qui a ouvert la voie sur ce terrain. »

Petites installations téléphoniques automatiques.

L'Administration allemande des télégraphes, pendant ces dernières années, a pourvu plusieurs réseaux téléphoniques ruraux d'installations automatiques. Pour des groupements de ce genre, on peut envisager : *a*) l'exploitation automatique ; *b*) l'exploitation semi-automatique, et *c*) l'exploitation ramifiée.

Avec l'exploitation *automatique*, les appareils des abonnés sont munis d'un transmetteur d'appels, et l'installation du bureau comprend des sélecteurs, de façon que les abonnés puissent établir eux-mêmes leurs communications entre eux et avec le bureau interurbain considéré ou avec plusieurs bureaux interurbains. Pour l'exploitation courante, ces bureaux ruraux n'ont pas besoin de personnel pour assurer leur fonctionnement. Avec l'exploitation *semi-automatique*, l'installation du bureau est la même qu'avec l'exploitation automatique. Mais les sélecteurs sont pourvus d'un dispositif supplémentaire qui effectue automatiquement la mise en relation avec une opératrice chargée de répondre à l'abonné. L'établissement de la communication est effectué par cette opératrice de la même manière qu'il l'est par l'abonné dans le système automatique. L'exploitation *ramifiée* se distingue essentiellement des systèmes précédents en ce que les diverses lignes d'abonnés n'aboutissent pas à des sélecteurs, mais sont reliées, par l'intermédiaire d'un relais, à des lignes suburbaines spéciales (*stammleitungen*) par lesquelles doit se faire l'établissement des communications à l'intérieur du réseau et avec les autres réseaux. Au départ, l'installation est faite de telle façon que les relais d'appel sont rendus solidaires les uns des autres, de sorte que, lorsque les lignes suburbaines sont occupées chacune par une communication, les autres postes d'abonnés sont bloqués au départ et à l'arrivée.

Digitized by Google

Pour étudier les petits réseaux, il y a lieu de les diviser en deux catégories : ceux dont les relations sont limitées au réseau lui-même, et ceux dont le trafic s'étend à une grande ville voisine. La nécessité de transformer les installations manuelles actuelles, dans ces petits réseaux ruraux, en installations automatiques peut se présenter :

1° Lorsqu'il existe un besoin motivé d'augmenter la durée des vacations et qu'on ne peut le faire sans augmenter le personnel;

2° Lorsque les locaux existants ne permettent pas d'agrandir l'installation manuelle, mais que des meubles à sélecteurs peuvent être installés dans des locaux accessoires, etc.;

3° Lorsqu'en maintenant l'exploitation manuelle, l'accroissement du trafic téléphonique nécessiterait la transformation d'une agence postale en bureau de poste de 3e classe, ou d'un bureau de poste de 3e classe en un bureau de 2e classe.

Dans tous les cas, l'économie en frais de personnel suffit déjà, en général, à couvrir l'amortissement du gros capital d'installation, porté en compte pour 12 %. Si l'on tient compte, en outre, du personnel supplémentaire rendu nécessaire avec l'exploitation manuelle, par l'augmentation de la durée des vacations, il résulte, dans tous les cas, une économie en faveur de l'installation automatique. De ces considérations, il ressort que l'emploi d'installations automatiques dans les réseaux ruraux reliés ne doit pas être considéré comme une simple expérience technique, mais qu'il est pleinement justifié au point de vue économique. L'exploitation par sélecteurs présente encore, vis-à-vis de l'exploitation ramifiée, les avantages essentiels suivants :

1° Le trafic local, qui prédomine dans ces bureaux, n'encombre pas la ligne interurbaine qui le relie à un bureau voisin, de sorte qu'on peut se tirer d'affaire avec un nombre très restreint de lignes interurbaines;

2° Les petits réseaux ruraux peuvent, comme le besoin s'en fait souvent sentir, être mis directement en relation avec différents bureaux voisins;

3° Les petits réseaux ruraux deviennent, au point de vue des heures de service, etc..., complètement indépendants des bureaux

Digitized by Google

interurbains, dont l'installation technique, abstraction faite de la pose du transmetteur d'appels, ne subit aucune modification.

Les courbes de trafic de quelques jours ont été tracées pour un réseau dont le trafic est particulièrement intense avec l'extérieur. Les maxima de ces courbes font voir que, même dans des cas de ce genre, l'exploitation ramifiée n'est pas toujours applicable. Les recherches entreprises en vue de savoir si, même dans des cas analogues, l'exploitation ramifiée peut présenter, pour des faubourgs, des avantages techniques ou économiques, ne doivent pas encore être considérées comme terminées.

Le télégraphe et le téléphone en Belgique occupée.

Le personnel des télégraphes belge avait, avant son départ, pris soin de rendre inutilisables les appareils télégraphiques et téléphoniques. Les Allemands éprouvèrent des difficultés pour rétablir un réseau de communications pour les besoins militaires et le service de santé. Les plans et les documents avaient été emportés ou altérés de façon à empêcher le rétablissement normal des communications. Beaucoup de câbles et de fils étaient endommagés et de longues sections des lignes sur routes se trouvaient dans une confusion indescriptible. Les appareils étaient détruits complètement ou rendus inutilisables par l'enlèvement de certaines pièces. Les dégradations commises dans la salle des appareils du bureau central de Bruxelles nécessitèrent l'installation d'un bureau temporaire avec de nouveaux appareils. Lorsque les Allemands prirent possession du bureau central d'Anvers, deux jours après la chute de la forteresse, ils purent rétablir immédiatement les communications et assurer le trafic sans perturbation. En un espace de temps relativement court, les grands bureaux de Bruxelles, Anvers, Liège, Gand, Charleroi et Verviers furent remis en service. Le trafic télégraphique entre Bruxelles et l'Allemagne est important ; et le système télégraphique rapide Siemens est utilisé pour y faire face. Les postes nécessaires pour les services de police, d'incendie, des eaux,

Digitized by Google

des tramways, du gaz ont été installés ; le gouvernement général autorisa l'exploitation d'une cinquantaine de réseaux privés.

Les lignes télégraphiques et téléphoniques ont été rétablies sur une longueur d'environ 48.000 kilomètres de fil, en plus grande partie le long des principales lignes de chemins de fer. Le réseau télégraphique est divisé en 27 districts ; 58 bureaux télégraphiques sont ouverts au trafic privé ; 521 sont exclusivement exploités par les militaires pour les besoins de l'armée et du gouvernement au moyen d'appareils télégraphiques rapides Siemens et de nombreux Hughes, Sounder et Morse.

Les télégrammes privés d'un caractère urgent, comportant un nombre illimité de mots, sont acceptés en allemand, en flamand ou en français, au prix de 1 franc par série de dix mots, déduction faite de l'adresse. Le trafic télégraphique est autorisé entre certaines localités de Belgique et d'Allemagne. Toute information relative aux troupes ou aux mouvements militaires et navals est interdite. La taxe des télégrammes ordinaires est de 50 centimes, plus 9 centimes par mot, celle des télégrammes urgents est de 1 fr. 50, plus 27 centimes par mot. Le trafic télégraphique privé s'est favorablement développé et atteint pour l'intérieur de la Belgique un total mensuel de 20.000 télégrammes.

Le Service téléphonique n'est pas ouvert au public. Le nombre de postes téléphoniques qui était d'environ 50.000 avant la guerre est maintenant de 4.700, dont 1.800 à Bruxelles, réservés aux fonctionnaires militaires et civils. Le personnel télégraphique et téléphonique est de nationalité allemande et se compose d'environ 200 fonctionnaires, 80 officiers subalternes et 320 télégraphistes, dont un certain nombre de militaires.

Extension du Service des Journaux en Belgique.

Depuis le 1er avril 1915, tous les bureaux allemands ouverts en Belgique assurent le service des journaux et revues de langue allemande (abonnement et distribution). Les numéros ne sont plus expédiés isolément, mais leur mode d'envoi est identique à celui du service intérieur. Le tarif d'abonnement est le même

Digitized by Google

qu'en Allemagne, augmenté, le cas échant, des frais de distribution.

Emploi de cuivre de moindre conductibilité et de zinc comme matériel de canalisation ; utilisation de conducteurs isolés au papier et caoutchouc régénéré.

A. *Emploi de cuivre de moindre conductibilité.* — L'acquisition du cuivre de haute conductibilité exigé par les prescriptions de sécurité rencontrant actuellement en Allemagne des difficultés, le cuivre de conductibilité moindre peut être employé, pour la durée de la guerre et quelque temps après jusqu'à nouvel avis, pour la construction des conducteurs. Toutefois, la résistance d'un fil de 1 m/mq. de section transversale et de 1.000 mètres de longueur à 15° C ne doit pas être supérieure à 25ω et le cuivre doit être désigné comme cuivre de basse conductibilité. Les mêmes règles de sécurité que pour les conducteurs en cuivre conducteur peuvent être appliquées aux conducteurs de cette catégorie, et les intensités de courant données dans les tableaux des prescriptions de sécurité peuvent être admises ; cependant, en aucun cas, il ne devra être placé plus de trois conducteurs immédiatement l'un à côté de l'autre, car il se produirait une augmentation de température qui ne pourrait être supportée.

B. *Le zinc comme matériel de canalisation.* — Le zinc, comparé au fer comme conducteur, a une conductibilité plus que double, et il est, de plus, non magnétique et considérablement plus flexible ; les difficultés de protection contre la rouille disparaissent aussi. Par contre, le zinc, en raison de ses propriétés mécaniques, n'est pas utilisable pour les lignes aériennes.

La résistance d'un fil de 1 mmq. de section transversale et de 1.000 mètres de longueur doit à 15° C n'être pas supérieure à 67ω.

Le coefficient de température peut approximativement être pris dans les calculs égale à 0,004.

On obtient d'après cela, pour les conducteurs de zinc aériens,

Digitized by Google

les intensités de courant données ci-dessous qui peuvent être admises et qui sont calculées d'après les prescriptions de sécurité.

TABLEAU I.

Section transversale normale de conducteur en mmq.	Intensités maxima en ampères.
—	—
1	4
1,5	6
2,5	8
4	12
6	16
10	23
16	33
25	45
35	60
50	75
70	100
95	125
120	145
150	175
185	210
240	245

Les câbles simples posés dans le sol peuvent servir jusqu'à 600 volts et le tableau II s'applique à un conducteur de zinc.

TABLEAU II POUR CÂBLES SIMPLES JUSQU'A 600 V.

Section transversale normale de conducteur en mmq.	Intensités maxima en ampères.
—	—
4	30
6	40
10	50
16	70

Digitized by Google

25	90
35	110
50	135
70	180
95	205
120	240
150	270
185	305

Les intensités de courant données dans ce tableau ne doivent en exploitation normale être, en aucun cas, dépassées, et conviennent tant qu'il n'y a pas plus de deux câbles tout à côté l'un de l'autre dans la même fouille à la profondeur habituelle. Les fils d'équilibre ne sont pas comptés comme câbles dans l'esprit de cette prescription.

Dans les câbles à deux ou trois conducteurs et à courant alternatif, on admet les charges données dans les tableaux III et IV.

TABLEAU III POUR LES CÂBLES À DEUX FILS JUSQU'À 3.000 V.

Section du conducteur en mmq.	Intensités de courant maxima en ampères pour chaque conducteur.
—	—
2 × 4	22
2 × 6	30
2 × 10	40
2 × 16	50
2 × 25	70
2 × 35	85
2 × 50	105
2 × 70	130
2 × 95	155
2 × 120	175
2 × 150	200
2 × 185	230

Digitized by Google

TABLEAU IV POUR CÂBLES À TROIS FILS JUSQU'À 3.000 V.

Section du conducteur en mmq.	Intensités de courant maxima en ampères pour chaque fil.
3 × 4	20
3 × 6	25
3 × 10	35
3 × 16	45
3 × 25	60
3 × 35	70
3 × 50	90
3 × 70	110
3 × 95	130
3 × 120	150
3 × 150	175
3 × 185	200

C. *Conducteurs isolés au papier ou au caoutchouc régénéré.*

Outre les câbles armés isolés au papier imprégné (MP) (1) et les conducteurs à isolement en caoutchouc de moindre qualité, les conducteurs désignés ci-après doivent être admis et inscrits dans les prescriptions de sécurité.

1. — FILS À ISOLEMENT EN PAPIER IMPRÉGNÉ.

CONDUCTEURS ISOLÉS. — ISOLEMENT P U (2)

a) *Exécution.* — L'isolement P U consiste en plusieurs couches de papier, soigneusement séché, bien imprégné d'une masse isolante visqueuse ne devenant pas cassante, entourée de parchemin avec recouvrement et pourvu d'une enveloppe isolante imprégnée d'une matière appropriée. La solidité de la couche de papier doit au moins correspondre pour les conducteurs MP aux indications contenues dans les prescriptions de sécurité pour les installations à courant fort.

(1). Initiales des mots : *M*anteldrähte mit *P*apierisolation.
(2). Initiales des mots : *P*ergamentpapier mit *Ü*berlappung.

Digitized by Google

b) *Propriétés électriques.* — L'isolement P U doit supporter pendant une demi-heure, à l'état sec une tension alternative sinusoïdale de 1.200 V. effectifs d'environ 50 Pér/s. entre fil et fil ou entre fil et armature.

c) *Emploi.* — Les conducteurs à isolement P U ne doivent être employés que sur des isolateurs, par exemple sous toit, et sur des porcelaines isolantes comme l'on fait pour les conducteurs nus, mais jamais dans des tubes (excepté en porcelaine, en verre, etc...). Ces enveloppes doivent être considérées non comme isolantes mais comme protectrices contre des contacts conducteurs immédiats. Jusqu'à une tension de 230 V. entre fil et terre cette protection peut cependant être considérée suffisante dans un endroit constamment sec, où il n'y a pas à craindre les gaz corrosifs.

Conducteurs isolés, isolément MPB (1)

(Fils sous enveloppe à isolement en papier imprégné et recouvert de plomb).

a) *Exécution.* — Les fils à enveloppe à isolement MPB sont faits comme ceux à isolement MP ; cependant sur l'enveloppe protectrice en papier se trouve une gaine de plomb de 0 m. 008 d'épaisseur sur laquelle est posée une gaine métallique protectrice.

b) *Propriétés électriques.* — Les fils isolés au papier et sous plomb doivent, avant le montage de la gaine protectrice, être soumis pendant une demi-heure, après immersion pendant 24 heures à 15 ou 20° C, à une tension alternative sinusoïdale de 2.000 V. et d'environ 50 Pér/s. (entre conducteurs ou entre conducteurs et plomb).

c) *Emploi.* — Les fils simples ou multiples sous gaine de plomb, à isolement MPB, ne sont utilisables dans les espaces secs ou humides que tant que les vapeurs ou les gaz corrosifs ne sont pas à craindre et que les tensions d'exploitation ne dépassent

(1). Initiales des mots : *M*anteldrähte mit *P*apierisolation und *B*leimantel.

Digitized by Google

pas 500 V. Ils doivent être posés d'une manière apparente ; la gaine métallique doit ou être complètement protégée ou être mise à l'abri de contact accidentel par tube protecteur isolant ou par montage inaccessible.

Les extrémités et les dérivations, etc..., des fils sous plomb doivent être protégées contre l'humidité au moyen de tampons appropriés, en matière isolante non hygroscopique, remplis complètement d'une matière visqueuse mais non cassante. Pour la disposition des extrémités et des dérivations, de même que pour la pose, il faut veiller à l'isolement.

2. — Conducteur isolé au caoutchouc régénéré.

Le manque de caoutchouc brut pour l'établissement de conducteurs caoutchoutés, dont l'isolement est indiqué dans les prescriptions de sécurité, démontre qu'il est utile de donner une enveloppe suffisamment isolante au moyen de caoutchouc régénéré aux conducteurs dans lesquels le caoutchouc n'a pas encore pu être remplacé, comme, par exemple, aux cordons flexibles. On ne peut naturellement pas exiger de ces conducteurs autant que des conducteurs caoutchoutés. Les conducteurs au caoutchouc régénéré exigent, à cause de l'élasticité moindre de la matière isolante, un traitement particulièrement soigné.

Les conducteurs caoutchoutés et les cordons de conducteurs qui sont confectionnés au moyen de caoutchouc régénéré peuvent être employés, pendant la guerre et un certain temps après, à la place de fils à isolement G et de cordons de conducteurs à isolement GL (1) si l'enveloppe de caoutchouc possède au moins une épaisseur de paroi de 1 mm. après avoir été soumise pendant au moins 5 minutes à l'épreuve du chalumeau et si, après être restée deux heures sous l'eau, elle supporte pendant une demi-heure une tension de 1.200 V. de courant alternatif sinusoïdal à 50 Pér/s.

(1). Initiales des mots *Gummi* et *Gummi Leitung*.

Digitized by Google

Câbles avec conducteurs de zinc pour courants de grande intensité.

Le tableau ci-dessous établi par L. Lichtenstein, donne les valeurs comparatives des conditions d'exploitation d'un câble de cuivre et d'un câble de zinc pour un courant alternatif triphasé de 10.000 volts de même échauffement pour une charge égale.

	Câble de cuivre.	Câble de zinc.
	Type KBA 3 × 50	Type KBA 3 × 140
Section	3 × 50 mmq.	3 × 140 mmq.
Courant admissible	155 A	155 A
Limite de température à l'état permanent	25° C	25° C
Point de fusion du métal	1084° C	412° C
Résistance spécifique kilométrique pour 1 mmq. au point de fusion	52 $\frac{\text{ohm/mmq.}}{\text{km.}}$	106,5 $\frac{\text{ohm/mmq.}}{\text{km.}}$
Résistance totale	0 ω 312	0 ω 228
Chaleur spécifique (de 0 à 100° C)	0,09322	0,0935
Poids spécifique	8,9	7,2
Poids de 1 m. de conducteur	0 k. 445	1 k. 01
Capacité calorique	0,0414 kg/c.	0,0941 kg/c.
Énergie nécessaire pour porter 100 m. de câble à la température de fusion	56.550 kws.	48.900 kws.
Dépense pour 6 secondes de court-circuit	9.425 kw.	8.150 kw.
Intensités de courant nécessaires pour cela	5.500 A	5.975 A

Le danger de fusion des conducteurs, en cas de court-circuit, n'est donc pas plus grand avec le zinc qu'avec le cuivre. Des essais d'échauffement, jusqu'à 200°, 225°, 250°, 300° et 350°, effectués sur divers échantillons de fils de zinc de 3 m. de long et de 2 mm. 1/4 de diamètre et suivis d'essais de flexibilité, ont démontré que le zinc a peut-être perdu en flexibilité et que la surface, à l'endroit de la flexion, présente des gerçures microscopiques, mais qu'il ne peut être question de pulvérisation ainsi qu'on le craignait de divers côtés. En prenant des précautions

Digitized by Google

pour construire et poser ces câbles, l'emploi des fils de zinc pour le transport des courants industriels peut être adopté.

Acquisition de plomb pour l'administration allemande.

Le Ministère de la Guerre a adressé aux propriétaires de batteries d'accumulateurs la circulaire suivante, pour les prier de céder pour des usages militaires, le plomb disponible des batteries :

« L'Administration de la Guerre a appris que vous possédiez une batterie d'accumulateurs au plomb. L'Administration de la Guerre attache une grande importance à l'emploi, pour des usages militaires, du plomb qui se trouve dans votre batterie, et elle vous prie, par devoir patriotique, de vous priver de batterie pendant la durée de la guerre. L'Administration militaire a conclu avec l'*Akkumulatorenfabrik* de Vienne et avec ses associées, les usines d'accumulateurs « Tudor » de Budapest, de Prague et de Lemberg, un accord aux termes duquel ces sociétés sont tenues, en échange de l'abandon du vieux matériel de votre batterie, de vous fournir gratuitement à la fin de la guerre une batterie montée avec des plaques neuves.

« Vous êtes prié de bien vouloir faire part, à l'*Akkumulatorenfabrik* ou aux usines « Tudor » de votre consentement d'abandonner volontairement votre batterie, afin que ces maisons puissent immédiatement s'entendre avec vous au sujet de l'enlèvement de la batterie, etc... Pour éviter des retards inutiles, vous êtes prié de correspondre avec les usines précitées, auxquelles toute demande adressée au Ministère de la Guerre sera d'ailleurs transmise pour exécution.

« Tout plomb disponible étant, conformément au décret du 7 février 1915, réquisitionné, votre attention est attirée sur le fait que vous n'êtes pas autorisé à vendre le plomb de votre batterie à d'autres qu'aux maisons qui ont entrepris de procurer à l'Administration militaire le plomb des batteries d'accumulateurs.

« Votre attention est appelée sur le fait qu'en cas de refus de

Digitized by Google

mettre votre batterie à la disposition de l'Administration militaire pendant la durée de la guerre, le Ministère de la Guerre se réserve d'examiner si la suppression de votre batterie rendrait votre exploitation réellement impossible, et vous devez compter que dans la négative l'acquisition du plomb de votre batterie pourrait être ordonnée par voie de réquisition. »

On voit, d'après cette circulaire, de quelle manière pleine d'égards, le Ministre de la Guerre envisage l'enlèvement des batteries. Il est du devoir de chacun d'accéder aux désirs du Ministre de la Guerre. Il y aura certainement de nombreux cas où il sera difficile et presque impossible, sans dangers pour l'exploitation, de se passer complètement de la batterie. Dans ces cas-là, un enlèvement partiel de la batterie répondrait aussi bien à l'intérêt du Ministère de la Guerre qu'à celui du propriétaire. Les propriétaires de batteries devront alors se contenter d'un moindre débit.

L'Administration de la Guerre satisfera aux besoins de plomb en prenant d'autres mesures, par exemple en relevant les conduites d'eau, en utilisant les ressources de l'industrie chimique, notamment dans les chambres de plomb pour la fabrication de l'acide sulfurique, et en se servant des caractères d'imprimerie.

Digitized by Google

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revues françaises par M. Viard, Ingénieur à la Direction de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes. — Revues étrangères par M. Hain, Sous-chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et des Télégraphes, et M. Drouet, Ingénieur à la Direction de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Les progrès des Écoles Techniques en Allemagne (*Revue scientifique*, juillet 1916). — L'enseignement technique et notamment l'enseignement supérieur ont été pour beaucoup dans le développement de l'industrie et du commerce en Allemagne.

Des écoles techniques furent créées, vers 1840, dans différentes villes, mais c'est après la guerre de 1870 que furent faites les premières tentatives d'ordre scientifique et expérimental. Des laboratoires d'essai de machines ont commencé à fonctionner à Munich en 1875, à Stuttgart en 1890, à Darmstadt en 1895 et à Berlin en 1896. Des Instituts électro-techniques ont été créés ensuite : en 1883 à Darmstadt, en 1884 à Berlin, en 1886 à Dresde et en 1888 à Munich.

En 1896, furent entrepris l'agrandissement de l'École Supérieure Technique de Berlin et la création de son laboratoire pour l'essai des machines. C'est à partir de 1905 que cet Institut d'enseignement a étendu son activité à toutes les branches de l'industrie ; la section chimique, notamment, a été considérablement développée ; des laboratoires ont été organisés pour l'étude des moteurs hydrauliques, des machines-outils, des moteurs à combustion interne. Durant cette même année 1905, une série de nouvelles Écoles Techniques Supérieures furent créées, notamment à Dantzig, Breslau, Aix-la-Chapelle, Hanovre ; une somme totale de 15 millions de marks fut consacrée

Digitized by Google

à ces fondations. Les dépenses ont été réduites plus tard parce que les ressources disponibles du pays diminuaient elles-mêmes quelque peu, par suite des sommes énormes consacrées au matériel et aux besoins militaires.

En 1900, les dépenses annuelles de l'École Supérieure de Berlin sont d'environ 2 100 000 marks, dont 1 300 000 affectés aux traitements des professeurs et assistants, et 800 000 au matériel d'enseignement et aux traitements du personnel administratif; les redevances payées par les élèves n'atteignent que le tiers de la totalité de ces crédits.

Le nombre des élèves s'est élevé au chiffre maximum de 6 000 en 1902. Ce chiffre considérable ne s'est pas maintenu; la baisse a été au moins aussi rapide que l'augmentation, et elle est due en partie à la dépression provoquée par la crise industrielle de 1902, et aussi à l'ouverture d'autres écoles techniques, à Dantzig et à Breslau notamment.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Informations relatives à la télégraphie sans fil (*E. U. M.*, février 1916). — Le Japon vient d'être relié directement avec le continent au moyen de la télégraphie sans fil. La station de Ochiishi (Côte orientale de Hokkaido) correspond avec la station de Petropavlovsk dans le Kamstchatka (Sibérie). Des radiotélégrammes y sont acceptés au tarif de 1 fr. 16 par mot.

— D'autre part, la station d'Arlington, (située dans les États-Unis d'Amérique près de Washington) qui communique depuis peu par télégraphie sans fil avec San-Francisco, est reliée également avec celle de Darien (Panama) qui vient d'être ouverte au public. Cette dernière station est pourvue d'un générateur à arc lumineux et a une portée de 6 400 km.

— La « Federal Holdings Company », propriétaire des brevets Poulsen en Amérique, a obtenu du gouvernement argentin la concession de l'établissement d'une relation radiotélégraphique entre une station près de Buenos-Ayres et une des stations de New-York. Le tarif ne

Digitized by Google

sera que les deux tiers de celui en vigueur jusqu'ici. Pour les télégrammes d'État, on ne percevra que le demi-tarif. La franchise télégraphique est accordée au gouvernement argentin pour ses relations avec ses organes à l'étranger. Les employés doivent être des citoyens argentins.

— Une statistique des stations américaines publie les chiffres suivants :

	1914	1915
Nombre de stations terrestres.....	189	224
Nombre de stations terrestres réservées..	54	118
Nombre de stations à bord des navires...	895	895
Installations d'amateurs.....	2.796	3.836
Total.....	3.934	5.073

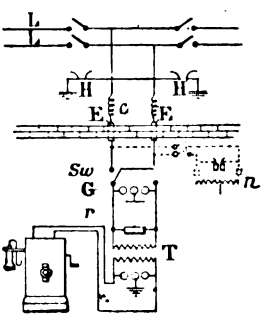
Le nombre des stations a donc augmenté de 1 139 au cours de l'année dernière ; sur ce chiffre, il faut compter 1 040 installations nouvelles d'amateurs.

— On sait que, en vertu de la Convention internationale, les navires doivent avoir, outre la station principale, une station auxiliaire pour l'émission des signaux, dont la source de courant est installée d'une façon indépendante et séparée du reste de la machinerie.

A la suite d'un essai de réception que le « Bureau of Navigation » des États-Unis a effectué sur le vapeur de commerce « Howard » dans la traversée de Norfolk à Boston, nous avons pu connaître les caractéristiques d'une de ces stations auxiliaires. La source de courant est formée par une batterie Edison de 100 éléments pour 80 ampères-heures à 140 volts, laquelle suffit pour une durée de 4 à 6 heures de service de la station. La batterie débite, par delà une résistance intercalée dans le circuit par devant, du courant pour le premier moteur à 110 volts qui actionne à 500 Pér/s. la machine à courant alternatif de 0,5 kilowatt. Le poste émetteur est construit en vue de l'émission d'ondes de trois différentes longueurs 300, 450 et 600 mètres. Pour des longueurs d'ondes de 450 à 600 mètres, le courant de l'antenne est de 6 ampères, et de 4 ampères pour des longueurs d'ondes de 300 mètres. La portée de cette station auxiliaire est de 160 kilomètres.

Digitized by Google

Les installations téléphoniques dans les usines à haute tension (*E. U. M.*, novembre 1915). — Ch. E. Bennett décrit les installations effectuées sur la ligne téléphonique de l'usine de force hydraulique des Tallulah falls, qui fut posée parallèlement à la ligne à haute tension de 110.000 volts et sur les mêmes poteaux. Cette dernière ligne, en deux circuits, va de l'usine de force à Atlanta, distant de 144 km.; à partir de cette localité, une ligne de 120 km. se dirige vers le nord jusqu'à Lindale, pendant qu'une autre, longue de 64 km., se dirige vers le sud jusqu'à Newman. Les trois fils de chaque système sont disposés à 2 m. 70 de distance au-dessus l'un de l'autre des deux côté des poteaux en treillis. A 2 m. 50 plus bas, se trouvent les deux fils téléphoniques, éloignés de 90 cm. l'un de l'autre. Le fil téléphonique est fixé tous les 800 mètres à un ou deux isolateurs, et l'on veille à ce que les soudures des fils soient particulièrement solides mais en nombre restreint, afin qu'un dépôt de glace ne charge pas le fil jusqu'à la limite d'élasticité. On croise les fils à chaque poteau, dans le sens des aiguilles d'une montre. Tous les 6 km. 4, sont installés, dans les poteaux, des postes téléphoniques, avec support isolant et commutateur à deux directions, pour mettre le poste en ligne lorsqu'on veut parler. Chaque ligne de liaison est mise à la terre par l'intermédiaire d'un paratonnerre à cornes, et les appareils sont reliés à la ligne téléphonique par l'intermédiaire d'un transformateur.



La figure montre l'installation du poste téléphonique à l'usine et dans les postes secondaires. Sur chacune des amorces qui se détachent de la ligne LL, se trouve avant l'entrée dans le poste (laquelle s'effectue par des isolateurs d'entrée E établis pour 20.000 volts), une bobine de réactance à air *c*; avant celle-ci une dérivation met la ligne à la terre par l'intermédiaire d'un paratonnerre à cornes H. Le poste peut être isolé au moyen d'un commutateur S w à deux directions, muni de coupe-circuits fusibles. Après ce commutateur,

Digitized by Google

la ligne comporte, en pont sur ses deux fils, un dispositif de protection comprenant un paratonnerre à boules *G* et un paratonnerre à vide *r*; la ligne passe ensuite dans un transformateur T dont le rapport de transformation est $\frac{1}{1}$. En divers points de la ligne est disposée, en pont sur les deux fils, par le moyen d'un commutateur, une bobine, dont le milieu est à la terre, et qui a pour but d'assurer l'écoulement des charges statiques. Pour cela, on emploie avec avantage un transformateur de lumière de 15 kw. pour 2.200/220 ou 1.100/110 volts, qui est relié à la ligne téléphonique par celui de ses enroulements qui est destiné aux hautes tensions; le secondaire reste ouvert. Le paratonnerre *r* qui consiste en un tube métallique vide d'air avec électrodes isolées à l'entrée, sert à l'écoulement graduel des charges supérieures à 300 volts; il est relié par l'intermédiaire de fusibles.

La mesure de la tension qui est induite, entre la ligne téléphonique et la terre, par la ligne à haute tension, a donné les résultats suivants : Au point de terre de l'usine, la tension entre le conducteur de force et la terre s'élevait à 63.500 volts. Lorsqu'on excitait le conducteur supérieur, moyen, ou inférieur, de la ligne à haute tension, la tension induite entre la ligne téléphonique et la terre avait respectivement pour valeur 5.100, 7.200, ou 10.000 volts; si l'on excitait successivement les conducteurs supérieurs, moyens et inférieurs des deux systèmes, la tension induite était respectivement de 9.300, 13.100, ou 18.200 volts. Les mesures montrèrent aussi l'action très favorable des bobines qui ont pour but d'assurer l'écoulement de la décharge de haute tension.

Téléphonie sans fil sur des trains en marche (*E. U. M.*). — En outre du service radiotélégraphique existant depuis longtemps déjà sur les trains de la *Delaware Lackawanna and Western Railroad* et des stations correspondantes de transmission et de réception établies à Hoboken, Scranton, Binghamton et Buffalo, des essais viennent d'être faits pour communiquer entre la station de Binghamton et les trains de la ligne de New-York à Buffalo par téléphonie sans fil. Les appareils disposés sur le train, d'après les indications

Digitized by Google

de De Forest, comprennent une turbine à vapeur de 5 chevaux placée dans un fourgon à bagages, alimentée par la chaudière qui entraîne à 2.500 tours par minute un alternateur de haute fréquence, à 72 pôles, donnant 3.000 périodes par seconde. Cet alternateur est relié par des connexions au wagon suivant qui renferme les appareils et l'équipement ; l'antenne, formée de trois fils, s'étend sur les toits de quatre wagons successifs et la terre est prise par les roues des wagons. Un poste transmetteur semblable a été établi à Binghamton. Le montage de transmission est le montage de De Forest ordinaire. La source est reliée au primaire d'un transformateur dont le secondaire est monté en série avec un éclateur à trois coupures dont les électrodes sont en tungstène et munies d'ailettes de refroidissement à grande surface. Aux bornes de l'éclateur est monté un circuit oscillant ordinaire couplé par induction avec l'antenne. Dans celle-ci se trouvent intercalés deux microphones Berliner. Un interrupteur est placé dans le circuit d'excitation et un autre dans le circuit de l'induit ; ces deux interrupteurs sont manœuvrés ensemble ainsi que l'interrupteur d'antenne, de sorte qu'ils ne sont fermés que lorsqu'on transmet.

A la réception, on coupe la machine et un circuit oscillant du type usuel est couplé avec l'antenne ; les ondes traversent un audion relié au téléphone récepteur. Sur le train, les signaux sont amplifiés par un relais d'amplification à trois degrés. Les essais montrèrent qu'il était possible de se comprendre téléphoniquement jusqu'à une distance de 80 kilomètres, et, la nuit, de 100 kilomètres. Plus tard, sur une distance de 40 kilomètres, on eut des difficultés par suite de l'instabilité du microphone et du bruit de l'éclateur. En soignant davantage les détails, ces difficultés pourront être surmontées. A défaut de personnel expérimenté pouvant desservir les appareils télégraphiques, on pourra se servir du téléphone.

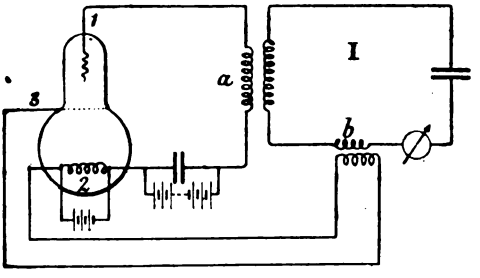
Nouvelle méthode de production de courants à haute fréquence (*E. T. Z.*, avril 1916.). — L'Ingénieur Meissner se sert d'un tube de Lieben avec l'anode *1*, l'électrode de chauffage *2* et l'électrode à grille *3*.

Par l'intercalation de l'anode *1*, on provoque la vibration propre

Digitized by Google

du circuit oscillant fermé accouplé par la bobine *a*, et les oscillations sont retransférées sur la grille *3* par la bobine *b*; elles sont alors de nouveau amplifiées et agissent dans la bobine *a* et par elle dans le circuit I; dans celui-ci, les oscillations seront entretenues d'une manière permanente.

Les oscillations obtenues sont d'une constance qu'on ne peut



obtenir d'ordinaire qu'avec des machines. Sous cette forme, le générateur peut être pris comme source de courant pour des mesures d'affaiblissement. Avec une tension de 440 volts à l'anode et une cathode recouverte d'oxyde, on pourrait produire 72 watts dans l'antenne ($\lambda = 600$ m., courant d'antenne $= 1^{A},3$, résistance 7 ohms). Avec des dispositifs d'amplification appropriés, cet appareil peut être employé dans la téléphonie sans fil comme générateur d'oscillations, ainsi que l'ont démontré les essais organisés en juin 1913 entre Berlin et Nauen (36 kilomètres).

Téléphonie sans fil (*E. U. M.*, avril 1916). — On travaille assidûment en Amérique à augmenter la portée et la précision des installations de téléphonie sans fil.

La Société Marconi aurait trouvé un dispositif permettant une conversation permanente entre New-York et Philadelphie. Un inventeur américain a pu communiquer téléphoniquement sans fil avec d'autres navires au moyen d'un poste émetteur dressé selon ses plans sur un vapeur côtier et atteindre ainsi des portées de 240 kilomètres.

Le vapeur allemand « Vaterland » porte, lui aussi, une station de téléphonie sans fil. La source de courant est constituée par une

Digitized by Google

machine à courant alternatif en batterie avec des transformateurs au repos qui multiplient la fréquence du courant alternatif. Les courants de haute fréquence sont influencés par le microphone.

M. Gage semble avoir adopté le même mode de production des ondes électriques ; il développe des groupes d'oscillations électriques avec des fréquences, pour chacun d'eux, de 8.000 à 24.000. Pour les installations à faible portée, il utilise, comme génératrice d'oscillations, une machine à haute fréquence à 2.400 périodes par seconde avec la distance explosive d'une extinction. Le microphone influence ici le courant débité par le générateur à haute fréquence, mais il n'influence pas le courant de l'antenne. On a réussi à converser à 145 kilomètres de distance à des fréquences d'étincelles de 4.000.

Une compagnie de Brooklyn, la « National Signaling », a exploité les découvertes de Fessenden ; elle a, en particulier, perfectionné les raccordements par relais du poste transmetteur avec un bureau central téléphonique, en sorte qu'il est possible, par téléphonie sans fil, de converser à partir d'un poste quelconque. Le récepteur est constitué par un détecteur à cristaux avec un relais amplificateur ; la source de courant est une machine à haute tension de 150.000 périodes par seconde qui, dans les stations pour faibles portées, est mise en relation directe de travail avec le microphone. Pour des plus grandes portées, on interpose un couplage de relais. Des essais de conversation entre Brooklyn et New London (Connecticut), sur 160 kilomètres, doivent avoir réussi.

Il y a quelques mois, la « Western Electric » a mis sur le marché de nouveaux appareils de téléphonie sans fil à grande distance ; le résultat doit avoir été obtenu en partie grâce à l'augmentation de l'énergie du poste transmetteur, en partie grâce à des amplificateurs à relais et à des appareils de réception excessivement sensibles. On dit qu'avec une énergie de 20 kilowatts en antenne, des conversations par sans fil ont eu lieu entre la Tour Eiffel, à Paris, et la station d'Arlington, près Washington.

Élément thermo-électrique utilisé comme détecteur d'ondes (*E. T. Z.*, Avril 1916). — M. Bergholm construit, avec la molybdénite (sulfure de molybdène) et de la silice, un élément

Digitized by Google

thermoélectrique sensible pouvant servir de détecteur pour les ondes électriques. Un morceau de molybdénite grillé se recouvre d'une pellicule sombre ; sur une de ses parties une mince couche d'or est précipitée par désagrégation cathodique dans le vide. On soude cette molybdénite à l'extrémité d'un fil de cuivre, et un cristal de silice à l'extrémité d'un second fil de cuivre isolé du premier. Entre ce cristal de silice et la pellicule d'or est soudé un fil de platine. Avec une résistance intérieure de 28 ohms, intercalée dans un circuit oscillant, on a obtenu une déviation de 400 mm. pour une distance de l'échelle de 1 m. 90, contre 3 à 4 mm. avec l'élément thermoélectrique sensible platine-tellure de Austin. Le nouvel élément est 3.000 fois plus sensible que l'élément platine-constantan.

Établissement par l'État d'usines d'électricité en Saxe (*E. U. M.*, Février 1916). — L'État saxon se propose d'assurer la fourniture de l'énergie électrique ; c'est pour cette raison que les mines de lignite des districts de Leipzig et d'Oberlausitz ont été mises à la disposition des stations centrales et devront être établies à proximité de celles-ci.

Une usine doit être établie à l'ouest, au bord de la Pleisse, près de Régis (sud de Leipzig) et une autre sur les bords de la Neisse, au nord de Zittau. Parmi les 1.912 stations existant en Saxe, 56 ont une puissance supérieure à 100.000 kw. et valent 54 millions. On espère que bientôt les usines dont la situation financière n'est pas bonne s'uniront et on compte que la fourniture annuelle des deux grandes usines génératrices sera d'abord de 65 millions de kw., et qu'en dix ans la production sera décuplée. Les principaux centres de distribution, Leipzig, Mittweida, Chemnitz, Dennheritz et Thossfeld doivent être alimentés à 100.000 v. par l'usine génératrice de Régis. Deux centres sont réunis à l'usine Est, avec, comme points de distribution Zittau, Bautzen et Seidnitz. Les lignes à longue distance sont bouclées et doubles ; elles sont branchées sur des traverses fixées au moyen d'isolateurs à suspension, de sorte que chaque centre peut être alimenté de quatre façons différentes. La distribution secondaire se fait à 30.000 v. On choisira un tarif mixte ; à partir de 500 kw., le prix diminuera d'environ 35 %.

Digitized by Google

INFORMATIONS ET VARIETES

Représentation schématique de l'armement des lignes en herse. — M. Poissonnier, chef d'ateliers du Pas-de-Calais, a proposé une représentation schématique des rotations des lignes en herse. Cette méthode repose sur la remarque que l'armement, sur les lignes actuelles, se reproduit tous les 24 kilomètres.

Partant de là, M. Poissonnier, a établi une planche qui indique toutes les rotations à faire sur la longueur de 24 kilomètres prise comme base.

L'usage de cette planche est très simple : si, par exemple, on veut déterminer l'armement à faire au point kilométrique 209, on divise 209 par 24, le reste de la division est 17 ; l'armement à faire au point 209 sera celui qui est représenté sur la planche à la division 17.

Il est toutefois à remarquer que si l'armement se reproduit identique à lui-même tous les 24 kilomètres, il n'en est pas toujours de même pour la position des circuits et des fils d'un même carré.

Cette remarque, du reste, ne contredit pas la règle donnée par M. Poissonnier qui a pour but d'indiquer l'armement en un point donné.

***

Le tube postal de Londres. — Lorsque le contrat pour la construction du chemin de fer à tube postal fut conclu avec MM. Mowlem et Cie en octobre 1914, on espérait que les travaux pourraient être achevés en 18 mois. En dépit de la pénurie de main-d'œuvre, il résulte d'une communication faite au Parlement par M. Asquith que le tunnel est à peu près achevé.

La construction de ce tube postal a pour but d'accélérer la trans-

Digitized by Google

mission des dépêches postales et des colis postaux, de diminuer la dépense qu'entraîne un service de voitures et, incidemment, de désencombrer les rues.

Le tracé du chemin de fer et le fonctionnement des trains ont été décrits dans le numéro 4 des *Annales*, juin 1914.

*
* *

Nouvelles installations de télégraphie sans fil. — L'Administration de la Marine des États-Unis a conclu, avec une société américaine, un traité pour l'installation de grandes stations à San Diego (Californie), Cavite (Porto-Rico) et Pearl Harbor (Iles Hawaï). Ainsi le gouvernement de Washington pourra être en relations directes, par sans fil, avec ses possessions d'outre-mer. Les deux stations de Cavite et Pearl Harbor auront une portée de 8.400 kilomètres.

Le gouvernement japonais a avisé de l'achèvement de la station de Funabashi près Tokyo (300 kilowatts) destinée à la correspondance avec les stations et les navires dans l'Océan Pacifique. Cette station peut être mise en relation constante avec celle qui a été installée à Honolulu, soit à 5.900 kilomètres de distance : on a eu également l'occasion de percevoir à San-Francisco, soit à 10.000 kilomètres de là, les signaux qu'elle émettait.

Le Ministère de la Guerre des États-Unis a mis en service des stations portatives de télégraphie sans fil qui ont une portée de 400 kilomètres et ne pèsent que 160 kilogrammes.

Une opinion très répandue en Amérique est que l'État pourrait mettre la main sur l'exploitation de toutes les stations côtières de télégraphie sans fil et exercer ainsi un monopole sur l'ensemble du service radiotélégraphique.

Cinq stations de transmission et de réception ont été installées sur le toit du ministère de la guerre et de la marine à Washington, au moyen desquelles il est possible de communiquer directement avec la flotte et avec la grande station d'Arlington. Un ordre du Ministre de la Marine invite les commandants de navires lorsqu'ils sont chargés d'une mission politique au dehors, à se mettre en rela-

Digitized by Google

tion par sans fil avec le gouvernement. Ce n'est que pour sauver des vies humaines que cet ordre peut être inobservé.

Suivant un rapport de l'inspecteur sur l'installation de la télégraphie sans fil sur les navires américains, la communication radiotélégraphique a permis, dans 26 cas de naufrages, l'arrivée des secours en temps opportun. On n'a eu à déplorer que la perte de deux existences humaines.

***

Le réseau téléphonique de Constantinople. — Le réseau téléphonique urbain de Constantinople a un développement d'environ 48.000 kilomètres de lignes en y comprenant les câbles traversant le Bosphore, la Corne d'Or et le golfe d'Ismid. Trois postes centraux et onze bureaux de quartier desservent plus de 4.000 abonnés. Les Turcs apprécient de plus en plus le téléphone. Les langues officielles sont généralement le turc et le français, mais on peut également faire usage, dans le service, du grec, de l'allemand et de l'italien. Les dames turques n'ont adopté que depuis peu la profession de téléphonistes ; elles restent voilées pendant les vacations.

***

Lignes d'énergie sur poteaux en bois. — La Société « Pacific Light and Power Corporation » a l'un de ses réseaux à grande distance qui, partant d'une station centrale, aboutit à une sous-station située près de Los Angelès. Les lignes sont supportées par deux rangées parallèles de poteaux en bois ; on compte au total douze lignes à 15.000 volts, soit six sur chaque rangée. La traction sur ces poteaux des six fils toronnés ayant chacun 2 cmq. de section transversale est si forte qu'on a dû songer à renforcer les supports. On a résolu simplement ce problème de la façon suivante : en deux côtés opposés du poteau on a placé deux fers en U larges de 15 centimètres, pesant 12 kilogrammes au mètre et on les a assujettis par places au moyen de boulons de traversée de 19 millimètres à 4 pans. Cette armature en fer s'étend tout le long du poteau de 16 m. 50,

Digitized by Google

depuis le pied fiché en terre jusqu'à la tête. On met ensuite le poteau en place de telle sorte que le revêtement en fer autour duquel on coule du ciment soit situé dans le sens de la traction des fils. Les trois bras transversaux sont assujettis extérieurement au fer en U.

***

Protection des lignes aériennes. — On emploie en Amérique, dans la construction des lignes aériennes, des enveloppes isolantes placées aux endroits où le fil peut venir en contact avec une branche, ce qui provoque des pertes à la terre et peut endommager les conducteurs par des frottements. Ce dispositif consiste en une enveloppe cylindrique de tôle métallique galvanisée formée de deux pièces qui est passée par dessus le fil et maintenue par des crampons à écrou. A ses deux extrémités sont encastrés des manchons de porcelaine également en deux pièces qui servent à donner au fil à l'intérieur de l'enveloppe une position bien centrée.

Digitized by Google

NOUVEAUX BREVETS D'INVENTION [1]

476.835 Récepteur pour téléphonie sans fil. — M. Alban Joseph Roberts. — Australie.

476.872 Perfectionnements dans les transmissions téléphoniques. — M. Marius Latour. — France.

19.962 1re Addition au brevet précédent.

476.942 Perfectionnements dans la téléphonie sans fil. — M. Fabio Majorana. — Italie.

476.943 Relais téléphonique perfectionné. — M. Fabio Majorana, — Italie.

Un conducteur élastique, tendu dans un champ magnétique, est traversé par un courant modulé suivant la voix de la personne qui parle; les mouvements qui en résultent produisent des changements correspondants dans un contact microphonique ou dans la résistance d'un jet de liquide qui ferme le circuit principal.

477.148 Transmetteur radio-télégraphique à émissions musicales. — MM. Fernand Dubout et Gaston Crombez. — France.

Alternateur-interrupteur, constitué par deux tambours en matière isolante, portant, sur leur périphérie, une série de plots, sur chacun desquels frotte un balai; l'axe qui soutient les tambours porte également deux bagues reliées, par des balais, aux deux pôles d'une batterie d'accumulateurs; sur chaque tambour, les plots de la série paire sont reliés à l'une des bagues et ceux de la série impaire à l'autre bague. Lorsqu'on fait tourner l'ensemble, le circuit primaire d'un transformateur, rattaché aux balais des tambours, est parcouru par des courants alternés. Le secondaire est fermé, à la manière ordinaire, sur un circuit oscillant.

477.210 Perfectionnement aux microphones. — Société : De Lavandeyra et Orner. — France.

Consiste à incorporer aux éléments en carbone du microphone une substance radio-active, par exemple de l'oxyde de thorium, dans la proportion de 2 à 5 % en poids. On constitue ainsi, pour les

(1). Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (IIIe arr.).

Digitized by Google

variations de résistance électrique du microphone, un milieu conducteur sans inertie mécanique.

477.322 Perfectionnement aux mécanismes des répartiteurs de lignes électriques. — Société : Le Matériel Téléphonique (Société Anonyme). — France.

477.654 Perfectionnements dans les postes de télégraphie et téléphonie sans fil dirigeables, dans lesquels la rotation des antennes est évitée. — M. Ettore Bellini. — France.

477.813 Perfectionnements aux systèmes de réseaux téléphoniques automatiques ou semi-automatiques. — Société : Le Matériel téléphonique (Société Anonyme). — France.

478.462 Dispositif permettant l'intervention d'un opérateur dans un système de téléphone automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.463 Dispositif permettant de relier plusieurs abonnés de téléphone à un standard automatique par une seule ligne. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.464 Perfectionnements au dispositif de supervision dans un système de téléphonie semi-automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.916 Perfectionnements apportés à la télégraphie. — Société : The United telegraph and cable Company. — États-Unis d'Amérique.

478.953 Perfectionnement aux systèmes de téléphonie automatique et semi-automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.954 Jonction de deux réseaux téléphoniques, l'un manuel, l'autre automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.955 Nouveau système de téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.956 Perfectionnement au système de téléphonie automatique

Digitized by Google

— Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

478.957 Perfectionnement à l'enregistrement des communications téléphoniques. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

20.051 1re addition au brevet n° 432.599. Récepteurs et transmetteurs pour postes téléphoniques. — Société Le Matériel Téléphonique. — France.

479.153 Microphone pour la transmission à distance des reproductions phonographiques. — MM. Valdemar Bendixen Kragh et Axel Meyer. — Danemark.

479.440 Perfectionnements à la téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

Dispositif mettant automatiquement l'abonné en communication avec un opérateur, dans le cas où un quelconque des appareils employés pour donner la communication arrive sur une ligne omnibus qui est hors de service.

479.441 Liaison entre un réseau manuel particulier et un réseau automatique principal. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.442 Nouveau dispositif pour le choix des lignes omnibus libres dans un central de téléphonie automatique — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

Les sélecteurs rotatifs, habituellement employés, sont remplacés par des groupes de relais; les groupes sont contrôlés par un appareil principal de telle façon que deux abonnés ne peuvent jamais être mis en communication avec la même ligne omnibus au même moment.

479.443 Perfectionnement aux systèmes de téléphonie automatique et semi-automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.521 Dispositif de libération des lignes omnibus en téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.522 Nouveau système de connecteur pour téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitatioe des procédés Thomson-Houston. — France.

Digitized by Google

479.523 Perfectionnements au fonctionnement des lignes partagées en téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

Permet à un abonné d'en appeler un autre, sur la même ligne, sans qu'il soit nécessaire d'enlever le potentiel de garde de cette ligne.

479.524 Perfectionnements au comptage des communications téléphoniques. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.525 Perfectionnements aux dispositifs de libération de l'appareillage en téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.648 Nouveau système de téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.649 Perfectionnement à l'enregistrement des communications de téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

Permet de mettre le prix d'une communication à la charge, soit de l'abonné demandeur, soit de l'abonné demandé.

479.650 Perfectionnement aux dispositifs de jonction entre abonnés en téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

A pour objet de réunir sur un seul réseau des appareils du système à deux fils avec des appareils du système à trois fils, de telle façon qu'un abonné d'une ligne à deux fils ou d'une ligne à trois fils puisse utiliser pour obtenir une communication quelconque les mêmes lignes omnibus et le même appareillage du central.

479.651 Mesure de la durée des conversations dans un réseau téléphonique automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.652 Compteur de durée des conversations téléphoniques. — Société Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

470.653 Perfectionnement à la téléphonie par conversations taxées. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

Un mécanisme d'horlogerie est mis en marche à la station centrale

Digitized by Google

quand l'abonné appelé répond et, à la fin d'une période prédéterminée, ce mécanisme rend le circuit des conversations inutilisable jusqu'à ce que l'abonné demandeur manœuvre à nouveau le dispositif de comptage. Un signal avertit l'abonné demandeur lorsqu'il est temps de manœuvrer à nouveau son dispositif.

479.654 Perfectionnements aux présélecteurs employés en téléphonie automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.655 Perfectionnements au téléphone automatique. — Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — France.

479.700 Perfectionnements aux systèmes téléphoniques. — MM. William Aitken et Robert Aitken. — Angleterre.

480.272 Perfectionnements aux installations à haute fréquence par l'application de self-inductances de réglage en tores superposés. — Société Française radio-électrique. — France.

L'Éditeur-Gérant,
A. DUMAS.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

Digitized by Google

5me ANNÉE. DÉCEMBRE 1916. N° 4

FEB 21 1917
UNIV. OF MICH. LIBRARY

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS (IXe)

Digitized by Google

Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté Ame AU CAPITAL DE FRANCS **5.250.000**

à **PONT-DE-CHÉRUY** (Isère)

Siège social à **LYON**, 20, quai de Retz

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection contre l'incendie.

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage Electrique

LAMPES ÉLECTRIQUES, MARQUE "FOTOS"

Fils et Câbles électriques

Nus et Isolés

CABLES SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute Tension, Transport d'Énergie

AFFINAGE, LAMINAGE.

Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC EN GÉNÉRAL

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque **E. C. G.**

PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions et Autobus

USINES :

PONT-DE-CHÉRUY (Isère).

LA PLAINE-CHAVANOZ (Isère).

LYON, 12, Rue du Belvédère.

LYON, 220, Route d'Heyrieux.

SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85

LYON, 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-5 0

12, rue du Belvédère. » 30-17

TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-39.

MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.

GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73

ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56

BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 39-62

ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76

Digitized by Google

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

concernant les Services Techniques et l'Exploitation

des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **10** francs. — ÉTRANGER : **12** francs.

Tous les abonnements partent du 1er Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, PARIS (IXe)

Digitized by Google

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes.*

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris.

Membres de la Commission :

M. Dennery, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président.*

M. A. Blondel, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. Pasquet, Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. Lorain, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. Belugou, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Ferrière, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine.

M. Maureau, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. Saunier, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres.*

MM. Hain, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, Drouet et Viard, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires.*

M. Godet, Rédacteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint.*

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Baudot et son Œuvre, par M. E. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes 367

Sur la production des étincelles musicales par courant continu, par M. Langevin, Professeur au Collège de France, Membre du Comité Technique des Postes et Télégraphes 404

Sur les pertes d'énergie qui sont dues à la suppression de liaisons, par M. Pomey, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes... 412

Régulateur de voltage, système Thury. Essai d'explication du fonctionnement de l'appareil, par M. Pomey, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes 422

La Téléphonie à grande distance, par M. Georges Viard, Ingénieur des Postes et Télégraphes 426

Vérification expérimentale d'une formule de la théorie des radiocommunications, par M. Bouthillon, Ingénieur des Postes et Télégraphes 443

Méthodes d'exploitation des lignes téléphoniques interurbaines, par M. Leveau, Chef du Poste Central Téléphonique interurbain de Paris 448

Le Téléphone automatique en Italie 457

Développement du téléphone au Japon 462

Note sur le calcul du nombre d'organes commutateurs nécessaires dans un système de téléphonie automatique, par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes 468

L'avenir de la Téléphonie sans fil, par M. J. J. Carty, Ingénieur en Chef de la Compagnie Bell 483

Le Monopole Télégraphique et Téléphonique 488

Projet d'après-guerre dans les Postes et Télégraphes anglais, par H. C. Gunton, Ingénieur Principal au Post Office de Londres. 494

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

Instruction Technique sur la construction et l'entretien des lignes aériennes 500

Digitized by Google

Pages.

Nouveau fil de répartiteur recouvert de caoutchouc, soie et ramie 505

LE SERVICE POSTAL, TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE DANS LES ADMINISTRATIONS ET LES ARMÉES DES PAYS ENNEMIS

Le Service postal en Belgique occupée 507
Relèvement des tarifs postaux en Belgique 514
Publication d'une Instruction des Postes en Belgique 515
Surtaxes postales, télégraphiques et téléphoniques en Allemagne. 515
Chèques postaux en Allemagne 521
Indications à porter sur les colis postaux 522
Interdiction du transport des lettres par des particuliers 522
La question du papier dans l'Administration des Postes allemandes 523
Avances aux agents des Postes pour souscrire au quatrième emprunt de guerre 524
Paiement des coupons de l'emprunt allemand par les bureaux de Poste 525
Monnaie de fer en Allemagne 525
Saisie des envois postaux maritimes 525
La Télégraphie et la Téléphonie dans l'armée allemande 526
Informations extraites de la revue « *Blätter für Post und Telegraphie* » 528
Le Télégraphe et le Téléphone sur la ligne à traction électrique Vienne = Presbourg 529
Extraction du caoutchouc de plantes qui croissent en Allemagne. 531

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

La Poste aux armées en Norvège 533
Observations expérimentales relatives à la réception indirecte par dérivation 535
Câble téléphonique pour le service de la ligne de traction triphasée Gênes = Ronco 536
Les propriétés photoélectriques du sélénium 537

Digitized by Google

Périodiques en langues étrangères.

Pages.

Création, en Angleterre, d'un Comité de Recherches Scientifiques et Industrielles..... 538
Traversée d'un réservoir au moyen d'une ligne aérienne..... 539
Installation téléphonique pour appel omnibus..... 541
Appareils automatiques en téléphonie privée..... 542
Extension du réseau téléphonique souterrain anglais..... 545
Mobilisation navale, aux États-Unis, par téléphone..... 546
Extinction des étincelles pour les courtes longueurs d'ondes... 550
Protection du béton armé contre l'électrolyse..... 551
Utilisation de foreuses pour la construction des lignes aériennes. 552
Plantation de poteaux télégraphiques dans un sol marécageux.. 554
Couche protectrice d'aluminium sur le fer et le cuivre..... 554

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Représentation schématique de la position des fils sur les lignes téléphoniques..... 556
Poste par aéroplanes..... 556
Relève des dérangements par automobiles, renseignés par T. S. F..... 556
Pylône de 307 mètres pour T. S. F..... 557
Un concours original entre téléphonistes..... 557
Interview de M. Théodor M. Vail, Président de la Compagnie Bell..... 558

Brevets d'invention..... 560

Table analytique des matières de l'année 1916..... 562

Table alphabétique des noms d'auteurs..... 567

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLEPHONES (1)

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Lorain, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (3e édition. 1914). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. Feret du Longbois, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 4 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. Tongas, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 5 francs le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. Tongas (1913). — 1 vol. Prix : 1 franc.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2e édition. 1913). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Ferrière, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 4 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Sauvage, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 1 fr. 25.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Maureau, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 5 francs.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. Drouet, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. Cahen, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914).— 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

En vente à la librairie de l'École des Travaux publics, 3, rue Thénard, Paris, Ve.

---

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Digitized by Google

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. Pomey, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. Fleming), traduit de l'anglais par M. Ravut, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. Le Normand, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par Rein), traduit de l'allemand par M. Viard, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e^.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par Abbott); traduit de l'anglais par M. Gilles, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par Kempster B. Miller); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, Paris, VI^e^.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par Stille); traduit de l'allemand par MM. Picault, Ingénieur, et Montoriol, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes. — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e^.

Digitized by Google

Digitized by Google

BAUDOT ET SON ŒUVRE

Par M. E. MONTORIOL
Inspecteur des Postes et Télégraphes.

Dans les tragiques circonstances actuelles, la France a révélé au monde les ressources d'énergie dont elle est riche, et qui étaient insoupçonnées même de beaucoup de Français. Parmi ceux qui reconnaissaient cette richesse, beaucoup l'ont accusée — parfois à juste titre — de semer des idées, et de laisser à d'autres, moins inventifs mais plus pratiques, le soin d'en poursuivre la réalisation, leur permettant ainsi d'en recueillir les avantages moraux et matériels. Il est cependant une branche de la science où elle n'a pas mérité ce reproche : c'est la télégraphie. Attardée, au début, avec le système de Chappe, qui avait précédé la télégraphie électrique, elle s'est vite ressaisie et a bientôt conquis la place qui lui convient, aussi bien au point de vue des recherches scientifiques qu'à celui de l'outillage proprement dit : la télégraphie multiple, d'origine française, grâce à Rouvier, Meyer et Baudot, reste encore, à l'heure actuelle, son domaine incontesté.

Il y a exactement quarante ans, l'Administration française décidait la construction du premier appareil quintuple Baudot ; durant cette longue période, le système, sans cesse perfectionné, est resté au premier rang parmi ceux du monde entier, et l'on n'entrevoit pas encore celui qui pourra être appelé à le détrôner un jour. A l'occasion de cette sorte d'anniversaire, il a paru intéressant de rappeler, aussi brièvement que possible, en même temps que quelques traits de la vie de l'inventeur, les étapes successives parcourues par son œuvre, depuis la conception initiale jusqu'à l'époque présente.

Digitized by Google

BAUDOT (Jean-Maurice-Émile) est né à Magneux (Haute-Marne) le 11 septembre 1845. Après avoir reçu une instruction purement primaire, il consacra son adolescence aux travaux agricoles, dans la ferme de son père. Jusqu'à son admission, comme surnuméraire, dans l'Administration des Lignes Télégraphiques (16 juillet 1870), il vécut de la vie rurale, dans un milieu qui ne semblait nullement le prédestiner à devenir l'inventeur génial qu'il fut par la suite. C'est seulement après son entrée dans l'Administration que, séduit par le côté scientifique de sa nouvelle profession, il entreprit de parfaire son instruction générale : il avait tout à apprendre, en électricité comme en mécanique ! Il se mit résolument à la tâche, et, dans les courts instants de loisirs que lui laissaient ses occcupations professionnelles, au Poste Central de Paris, il mena de front, avec une merveilleuse puissance de travail, les recherches qu'il venait d'entreprendre sur les appareils télégraphiques et l'étude des sciences, sans lesquelles les premières seraient restées stériles. Promu Contrôleur en 1880, après les premiers succès de son système, il eut l'ambition de devenir Ingénieur : sans négliger pour cela l'œuvre encore en enfantement, et sans s'effrayer des difficultés qu'il se donnait lui-même à surmonter, il prépara l'examen, le subit avec succès et fut nommé Inspecteur-Ingénieur en 1882.

Au moment où Baudot fit ses débuts, la télégraphie venait d'être révolutionnée par diverses inventions, notamment celles de l'anglais Hughes et du français Meyer. Le premier avait réalisé son merveilleux appareil imprimeur ; le second, reprenant les idées émises, en 1858, par Rouvier, venait d'imaginer son système « multiple », permettant d'échanger simultanément quatre télégrammes sur un seul conducteur. Pour tous ceux qui s'intéressaient aux progrès de l'art télégraphique, un problème séduisant se posait, qui consistait à rechercher une combinaison des deux inventions, c'est-à-dire à obtenir des transmissions multiples, sur un fil unique, avec la traduction automatique des signaux en caractères typographiques. Dès 1872, Baudot entreprit d'en poursuivre la solution et se livra, dans ce but, à une étude approfondie des systèmes successivement inventés avant lui.

Digitized by Google

L'appareil de Hughes pouvait être comparé, quant au principe, à celui que décrivait Ampère en 1820 : de même que ce dernier système nécessitait l'emploi de 25 fils pour distinguer à distance

ÉMILE BAUDOT
1848-1903

les 25 lettres de l'alphabet, de même Hughes utilisait 25 *moments* (ou plus exactement 28) pour obtenir cette différenciation. Or, des simplifications successives avaient permis de réduire jusqu'à l'unité le nombre des fils primitivement nécessaires à une seule transmission. Ne pouvait-on réduire, dans des conditions analogues, le nombre des « moments » ?

Digitized by Google

Dès 1832, Morse, avant l'invention de son système de points et de traits, avait cherché à ramener l'alphabet télégraphique à sa forme la plus simple, en rattachant au manipulateur un nombre variable de fils ; chacun d'eux commandait une plume ; les plumes, opérant ensemble ou séparément, écrivaient sur des lignes différentes de la largeur d'une bande de papier, et les combinaisons de traces ainsi obtenues représentait les lettres de l'alphabet. La même année, Schilling imagina un système de 6 aiguilles aimantées, commandées chacune par un fil ; ce nombre fut réduit à 5 par Cooke et Wheatstone, en 1837, à 3 par les frères Highton et par Davy en 1838, ensuite à deux, en 1842, par Cooke et Wheatstone, et enfin à une seule, par Bain, en 1843.

Parmi les alphabets les plus intéressants, Baudot s'arrêta tout d'abord sur celui qu'employa Davy, en 1838 : chacun des trois fils était relié, au départ, à deux touches, permettant d'envoyer, soit un courant positif, soit un courant négatif. Au poste correspondant, ces fils aboutissaient chacun à deux relais galvanométriques, fonctionnant, l'un sous l'influence du positif, l'autre sous celle du négatif ; le fonctionnement de chacun de ces relais déterminait l'envoi d'un courant local, susceptible de laisser une trace, par décomposition électro-chimique, sur une bande de papier préparée à cet effet ; ces traces occupaient, sur la largeur de la bande, six positions différentes, suivant le relais par lequel elles étaient produites et figuraient les combinaisons effectuées sur les six touches du manipulateur de départ. On obtenait ainsi 26 combinaisons distinctes. Les frères Highton imaginèrent, en 1848, un appareil écrivant, utilisant le même alphabet à trois éléments, avec les deux sens du courant. Witehouse, en 1855, atteignit 63 combinaisons, avec six fils et un seul sens de courant ; la réception s'effectuait, comme dans le système de Davy, par décomposition électro-chimique.

D'autre part, Gauss et Weber, en 1834, et Witehouse, en 1855, avaient obtenu 31 signes distincts par la combinaison de 5 signaux élémentaires, successivement transmis sur *un seul fil de ligne*, et traduits, comme les précédents.

Digitized by Google

Parmi tous ces alphabets, Baudot n'avait donc qu'à choisir celui qui lui semblait s'adapter le mieux au nouvel usage qu'il en voulait faire ; il essaya, tout d'abord, celui de Witehouse, à 6 éléments de signaux, et prit un premier brevet, le 17 juin 1874 ; mais, comme le dispositif d'inversion, déjà utilisé au Hughes, rendait exagéré le nombre de 63 combinaisons fourni par ce système, il eut à examiner s'il devait adopter celui de Gauss et Weber, à 5 éléments, ou celui de Davy, à 3. Ce dernier semblait le plus avantageux, au point de vue du rendement de la ligne ; mais il fallait utiliser les deux sens du courant pour le travail, et, entre deux éléments consécutifs, laisser la ligne à l'état neutre, c'est-à-dire exposée à toutes les influences extérieures ; celles-ci, agissant sur un récepteur sensible, auraient été susceptibles d'apporter une perturbation très grande dans l'enregistrement des signaux ; aussi Baudot préféra-t-il l'alphabet à 5 éléments qui, s'il avait l'infériorité en ce qui concerne l'utilisation de la ligne, permettait l'emploi d'un seul sens de courant pour le travail, réservant l'autre pour le repos, c'est-à-dire pour soustraire le récepteur aux courants parasites lorsqu'aucun signal ne parcourait la ligne. Il sera reparlé un peu plus loin de ces deux premiers systèmes.

Pendant ce temps, d'autres inventeurs avaient cherché, de leur côté, à solutionner des problèmes analogues. C'est ainsi que M. Mimault, Employé des Télégraphes à Poitiers, fit breveter, le 17 janvier 1874, un dispositif qu'il appelait « Système de télégraphe imprimeur » (n° 101.939) ; il faisait usage du code à 31 combinaisons, mais au moyen de *cinq fils de ligne*. Le qualificatif « imprimeur », à la vérité, ne s'appliquait pas à ce système, car l'impression était donnée en signes conventionnels, nécessitant une traduction manuelle ; toutefois, dans une variante du même brevet, cette traduction était donnée automatiquement et avait pour résultat des figures pointillées, imitant le contour des lettres ordinaires, et se rapprochant assez, comme aspect général, d'un travail de tapisserie ; ce pointillage était obtenu par décomposition électro-chimique. L'Administration rejeta ce projet comme constituant plutôt un pas en arrière, puisqu'il néces-

Digitized by Google

sitait cinq fils de ligne. L'inventeur le modifia et prit, le 4 juillet 1874, un second brevet pour un nouveau système, qu'il appela « Télégraphe imprimeur à transmission multiple par un fil » (n° 104.153). Le mot « imprimeur » avait, là, la même acception que précédemment : les signaux, reçus à l'aide de l'alphabet à 31 combinaisons, étaient constitués par des traces rectilignes, comme dans l'appareil Meyer, auquel il empruntait même le distributeur et le récepteur à nervure encrée, en hélice. L'Administration estima que ce second système n'avait pas une supériorité marquée sur celui de Meyer, et ne le prit pas en considération.

Or, ainsi qu'il a été dit plus haut, c'est le 17 juin 1874 que Baudot brevetait, sous le n° 103.898 et le titre « Système de télégraphie rapide », son premier appareil multiple et réellement imprimeur, puisque les signaux conventionnels étaient traduits automatiquement *en caractères typographiques*. Le code de signaux était celui de l'appareil à six fils de Witehouse (1855). Le manipulateur était formé de six touches, reliées à six contacts d'un distributeur, dont les balais étaient en synchronisme avec ceux d'un autre distributeur, placé au poste d'arrivée ; six contacts de celui-ci étaient rattachés, chacun, à un électro-aimant. Les balais, en tournant, mettaient successivement chaque touche en relation temporaire avec l'électro-aimant de même numéro de l'autre poste, et les armatures reproduisaient ainsi celle des 63 combinaisons qui avait été exécutée sur le manipulateur de départ. Le fonctionnement des électro-aimants déterminait la rotation d'une roue des types : le premier la faisait tourner d'une division, le second de 2, le troisième de 4, le quatrième de 8, le cinquième de 16 et le sixième de 32 ; les diverses combinaisons de ces mouvements permettaient d'amener le caractère choisi au-dessus de la bande de papier : l'impression s'effectuait alors, puis les armatures étaient relevées, et tout revenait à la position d'attente, pour recevoir et enregistrer la combinaison suivante. Cette progression géométrique avait d'ailleurs été employée, en 1859, par Wheatstone, à cela près que l'inventeur anglais faisait usage de quatre émissions au lieu de six, et utili-

Digitized by Google

sait les deux sens du courant. Mimault avait employé une progression semblable dans celui de ses systèmes où les lettres étaient pointillées électro-chimiquement.

La préparation des combinaisons au départ, et leur traduction automatique à l'arrivée, étant des opérations purement locales, il était tout indiqué d'utiliser l'intervalle nécessaire entre deux signaux consécutifs d'une transmission, pour distribuer la ligne à d'autres appareils, comme dans le système de Meyer.

Une Commission, désignée par l'Administration, et composée de :

MM. Blavier, Inspecteur divisionnaire,
Héquet, Chef de la Station Centrale de Paris,
Raynaud, Chargé des Études Techniques,
Clérac, Chef du Service du Contrôle,
Charles, Chef des Ateliers,

qui avait déjà statué sur les premiers projets de Mimault, fut chargée d'examiner celui de Baudot ; après étude, elle proposa à l'Administration d'ouvrir un crédit de 2.000 francs pour la construction d'un appareil d'essai ; les expériences commencèrent en décembre 1875 ; elles furent assez encourageantes pour qu'on décidât la construction d'une installation quintuple, destinée à faire le service régulier. Celle-ci fut exécutée dans les ateliers Dumoulin-Froment et brevetée, le 2 mars 1876, sous le nom de « Système d'appareil télégraphique multiple imprimeur » (n° 111.719). Pour les raisons énumérées plus haut (v. p. 371) le code définitivement adopté était celui à 5 éléments de signaux ; en outre, la traduction à l'arrivée était exécutée à l'aide d'un nouvel organe, auquel Baudot avait donné le nom de *combinateur*, et qui ne faisait plus usage de la progression géométrique.

Entre temps, Mimault avait élevé des plaintes, prétendant que son brevet du 17 janvier 1874 lui assurait la propriété exclusive de la progression géométrique aussi bien que de l'alphabet à 5 éléments de signaux dont Baudot avait fait usage, bien que ces principes fussent dans le domaine public, respectivement depuis 1859 et 1835. La progression géométrique étant abandon-

Digitized by Google

née dans le second brevet de Baudot, le litige se trouvait limité à l'emploi de l'alphabet utilisé autrefois par Gauss et Weber et par Witehouse. Invité par la Commission à faire connaître ses nouveaux projets, Mimault promit de lui soumettre ses plans, mais ne se présenta pas ; le comte Th. du Moncel, dont Mimault avait sollicité l'appui, essaya, dans une lettre très amicale en date du 15 janvier 1877, de le dissuader de toute action judiciaire, lui développant les considérations techniques qui ne laissaient aucun doute sur l'échec qui l'attendait ; malgré ces sages conseils, Mimault intentait à Baudot, le 17 juin 1877, un procès en contrefaçon. Un premier jugement, rendu le 15 mai 1879, par le Tribunal Civil de la Seine, tout en écartant formellement le grief de contrefaçon, accordait à Mimault la propriété du principe consistant à utiliser un code de 31 combinaisons à l'aide de 5 signaux élémentaires, et à traduire ces signaux ; les brevets de Baudot étaient considérés comme de simples « brevets de perfectionnement ».

Ce jugement ne satisfit aucune des parties en cause, qui firent appel, y compris Mimault lui-même. M. Cochery, devenu, dans l'intervalle, Ministre des Postes et Télégraphes, voulut s'éclairer sur le bien-fondé des revendications de Mimault ; pour cela, il réunit une Commission extra-administrative composée de :

MM. Mascart, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France ;
Cornu, Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique ;
Marié, Ingénieur en Chef de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

La consultation rédigée par cette Commission avait pour conclusion « que les revendications de M. Mimault n'étaient nullement fondées, M. Baudot n'ayant rien emprunté aux principes « du système Mimault ». Enfin, la Cour d'Appel de Paris, puis celle d'Amiens, respectivement les 7 mai 1882 et 27 mai 1884, annulèrent le jugement du Tribunal Civil de la Seine, décla-

Digitized by Google

rèrent Mimault « mal fondé dans ses demandes, fins et conclusions », l'en déboutèrent et le condamnèrent à tous les dépens. Cet arrêt fut confirmé, le 4 mai 1885, par la Cour de Cassation.

On ne pouvait passer sous silence cet incident de la vie de Baudot, sous peine de paraître lui attribuer un bien-fondé que démontrent inexistant l'examen impartial des faits, la haute autorité morale des personnalités appelées successivement à formuler leur opinion, et enfin l'autorité de la chose définitivement jugée, après épuisement de toutes les juridictions. Toutefois, les lignes qui précèdent n'ont nullement pour but d'accabler Mimault, que protège son double titre de travailleur et de vaincu : aigri par la réussite de celui qu'il considérait comme son rival, dans une voie où il avait lui-même peiné ; sentant que ce succès rendait inutiles les perfectionnements qu'il avait entrevus, et barrait irrémédiablement la route au bout de laquelle il avait mis tous ses espoirs ; sans doute crut-il de bonne foi que les principes dont il avait tenté l'application, et dont aucun usage n'avait été fait depuis vingt ans, lui appartenaient réellement ; sans doute encore ne voulut-il pas voir les différences profondes qui, dans la réalisation, séparaient nettement l'invention de Baudot et les siennes. « On ne persuade jamais un inventeur », lui disait amicalement Du Moncel, dans la lettre précitée. Il a d'ailleurs expié cruellement le moment d'égarement qui, le 4 janvier 1888, coûta la vie à l'infortuné Raynaud... paix donc à sa mémoire.

Depuis cette époque jusqu'à sa mort, Baudot ne cessa de se consacrer exclusivement au perfectionnement de son œuvre, employant à cette tâche tout son temps et tous les crédits que l'Administration mettait à sa disposition, les complétant même à l'aide de ses modestes ressources personnelles. Celles-ci, parfois, étaient insuffisantes, et c'est ainsi qu'en 1880, on apprit qu'il avait été contraint d'engager au Mont-de-Piété la grand médaille d'or que lui avait décerné le jury de l'Exposition Inter-

Digitized by Google

nationale de Paris, en 1878. L'Administration, dès qu'elle fut informée, s'empressa de venir en aide à l'inventeur (1).

Le système Baudot s'étendit progressivement en France, puis s'imposa bientôt à l'étranger ; l'Italie fut la première à l'introduire, en 1887, dans son service intérieur, puis vinrent successivement : la Hollande, en 1893, la Suisse en 1896, l'Autriche et le Brésil en 1897, l'Angleterre en 1898, l'Allemagne en 1900, la Russie en 1904, les Indes Britanniques en 1905, l'Espagne en 1906, la Belgique en 1909, la République Argentine en 1912, la Roumanie en 1913. L'inventeur obtint la croix de chevalier de la Légion d'honneur en 1879 et fut promu officier en 1898.

Baudot est mort en 1903, usé prématurément par une vie de labeur, qui n'avait pas connu de repos ; mais, privilégié parmi tant d'inventeurs qui succombent à la peine, il eut le rare bonheur d'assister à la généralisation de son système et de voir son génie rayonner jusqu'aux confins du monde.

ÉVOLUTION DU SYSTÈME BAUDOT

On ne saurait songer à entrer dans le détail des modifications apportées par Baudot à ses différents appareils et des mille problèmes résolus par lui ; il est nécessaire, pour ne pas allonger exagérément cette notice, de se borner à une rapide énumération, avec seulement l'indication sommaire des caractéristiques principales de chaque appareil.

Il est équitable de signaler ici que, dès le début de ses recherches, en 1876, Baudot eut la bonne fortune de rencontrer un collaborateur rompu à la construction mécanique, instruit autant que modeste, ardent et dévoué, qui se passionna pour l'œuvre à réaliser, sut donner corps aux conceptions de l'inven-

(1) L'auteur de ces lignes tient ce détail de Baudot lui-même qui, dans des causeries familières, aimait à raconter ainsi des anecdotes sur la vie rurale de sa jeunesse ou sur les difficultés de ses débuts administratifs, ne rougissant pas de son origine modeste et ne ne tirant pas vanité de la situation qu'il avait acquise par son travail.

Digitized by Google

teur et lui suggéra maintes solutions précieuses. Ce collaborateur n'a jamais abandonné l'œuvre et, aujourd'hui encore, il lui apporte, à l'occasion, d'utiles compléments. C'est à lui que l'appareil Baudot doit, au point de vue mécanique, les formes, les traits, si l'on peut dire, sous lesquels il a conquis le monde (1). Baudot rencontra également, en 1878, un constructeur éminent, aux vues larges, au jugement sûr, qui l'encouragea, le conseilla souvent et consacra à l'édification du système les puissantes ressources de son industrie et de son expérience (2).

Combinateurs. — Le premier combinateur de Baudot était constitué par un cylindre en ébonite, portant sur son pourtour cinq rangées de contacts métalliques ; ceux-ci étaient connectés avec les butoirs des cinq relais correspondant au secteur envisagé, dans des conditions telles que chacune des 31 génératrices représentait une des combinaisons du code. Les armatures des relais ayant enregistré une combinaison, lorsque les balais du combinateur passaient sur la combinaison semblable, un circuit local se trouvait fermé; d'autre part, la roue des types était montée sur l'axe du combinateur, et présentait les lettres à l'impression en même temps que les balais parcouraient les combinaisons correspondant à chacune d'elles : au moment de la fermeture du circuit local, c'est précisément la lettre reçue qui passait devant la bande ; celle-ci était projetée contre la roue des types et le signal était traduit.

Baudot fit usage aussi d'un *combinateur à cames*, dans lequel cinq disques dentés étaient accolés pour former un cylindre unique; les dents étaient disposées de manière à représenter, sur les génératrices, les 31 combinaisons, les reliefs correspondant aux touches abaissées et les creux aux touches au repos. Ce cylindre, en tournant, agissait sur cinq leviers cons-

(1) M. Victor Cartier, Ingénieur, ancien élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons, chef, depuis 37 ans, du Bureau des Études aux ateliers Carpentier.

(2) M. Carpentier, Ingénieur-constructeur, membre de l'Académie des Sciences, vice-président du Bureau des Longitudes.

Digitized by Google

tituant une sorte de manipulateur, dont les touches étaient abaissées par les reliefs et se relevaient au passage des creux, exécutant ainsi, dans un tour entier, les 31 combinaisons ; comme précédemment, les leviers étaient connectés avec les armatures des relais de façon que, lorsque le manipulateur-combinateur exécutait la combinaison semblable à celle qu'on venait de recevoir, le circuit local était fermé et l'impression avait lieu.

Dans les combinateurs électriques, la régularité de la traduction était subordonnée au bon entretien d'un assez grand nombre de contacts, aussi Baudot chercha-t-il à leur substituer un *combinateur mécanique*. Celui qui fut construit en 1879, basé sur le même principe que les précédents, portait, comme celui à cames, des creux et des reliefs, représentant les 31 combinaisons; au-dessus du combinateur se trouvait un cadre portant cinq leviers, dits *chercheurs*, pouvant se déplacer sur le cadre sans cesser d'en être solidaires. Le cadre tournait d'un mouvement continu et concentriquement au combinateur. Grâce à des voies complémentaires et à un système d'aiguillage, lorsqu'une combinaison était enregistrée par les relais d'arrivée, les chercheurs de même numéro que les armatures actionnées se trouvaient aiguillés dans la voie complémentaire, tandis que les autres restaient dans leur voie de repos ; au moment où le combinateur présentait aux chercheurs la combinaison qu'il s'agissait de traduire, les cinq chercheurs trouvaient chacun un creux sous leur pied et s'enfonçaient ; le mouvement de bascule qui en résultait était utilisé pour projeter la bande contre la roue des types.

Ce traducteur mécanique fut simplifié par M. Cartier, Ingénieur de l'usine Carpentier, qui, grâce à un groupement particulier des combinaisons, parvint à obtenir le même résultat avec deux voies au lieu de dix. Ce nouveau modèle, mis en service en 1882, est encore en usage à l'heure actuelle ; toutefois, en 1907, il a été modifié en vue de permettre son fonctionnement avec des courants plus brefs, c'est-à-dire, sur des contacts de distributeur plus écourtés ; deux modèles ont été produits, l'un

Digitized by Google

par M. Carpentier, l'autre par MM. Lesaffre et Chattelun, respectivement Inspecteur et Agent-Mécanicien Principal au Service des Ateliers.

Relais. — Le relais primitivement employé par Baudot était constitué par deux électro-aimants droits, dont l'armature, polarisée par un aimant permanent, se déplaçait entre les pièces polaires coiffant les noyaux des bobines; sa forme rappelait assez celle de l'électro-aimant d'Arlincourt, sauf qu'il ne comportait pas les renflements des noyaux, qui caractérisent ce dernier système. En 1881, Baudot réalisa son relais qui, à quelques détails près, est celui qu'on trouve encore sur les installations actuelles: l'armature polarisée, montée en fléau de balance et reposant sur des pointes, est d'une mobilité extrême; les bobines n'offrent qu'une self-induction très minime (1 henry 1/2, environ); ce relais réunit donc ces deux qualités difficilement conciliables, sensibilité et rapidité, qui ont permis la réalisation des installations dont il sera question plus loin; dans le sextuple, par exemple, il enregistre des émissions affaiblies venant de la ligne, d'une durée de 1/105 de seconde et est encore très loin de sa limite; dans la même installation, il fonctionne en local sous l'action de courants ne dépassant pas une durée de 1/400 de seconde.

Manipulateurs. — Le manipulateur de l'origine comportait le dispositif de *compensation* des courants de ligne, ce qui, avec l'impression de contrôle au départ, entraînait la présence de quatre ressorts par touche; les touches étaient placées dans un plan vertical, les trois premières pour la main droite et les deux autres pour la main gauche.

En 1879, Baudot construisit son premier manipulateur horizontal, à compensation comme le premier; mais, pour conserver à chaque doigt l'usage précédemment établi, il dut numéroter les touches, à partir de la gauche, dans l'ordre 5-4 — 1-2-3- ; l'intervalle séparant les deux groupes de touches était occupé par une manette destinée à mettre le secteur sur transmission

Digitized by Google

ou sur réception ; cette disposition a été maintenue et est encore en usage aujourd'hui.

Ce manipulateur, tout en conservant sa forme extérieure, fut modifié en 1881 : le nouveau relais de Baudot, d'une part, et les dispositifs de protection des signaux, d'autre part, avaient rendu superflue la « compensation » des courants de ligne : aussi le manipulateur ne comprenait-il plus que deux ressorts par touche, l'un pour l'envoi des courants de transmission proprement dits, l'autre pour donner l'impression de contrôle au départ. En outre, la pratique avait révélé un défaut assez général dans la manipulation : beaucoup d'opérateurs levaient les doigts avant que les balais aient fini de franchir le secteur; il en résultait que les courants du travail qui auraient dû être émis par la cinquième touche, et même par la quatrième, étaient manqués : les signaux se trouvaient tronqués et la bande d'arrivée enregistrait de fausses lettres. Pour remédier à cet inconvénient, Baudot munit son manipulateur d'un système d'*accrochage électro-magnétique*, qui, lorsque les quatrième et cinquième touches avaient été actionnées, les maintenait abaissées pendant un tour entier des balais; c'est le courant de cadence qui opérait une désaimantation et permettait aux touches de se relever, quel que soit le moment où le manipulant avait cessé de les maintenir.

Dès l'apparition des installations à plateau vertical, en 1885, le manipulateur subit une nouvelle modification : le contrôle au départ étant obtenu par une dérivation, prise sur la borne de ligne et envoyée dans l'unique relais du poste, les touches ne commandèrent plus qu'un seul ressort. Le frappeur de cadence était constitué par un tambour, porté par la platine d'avant, et sur lequel venait heurter un marteau, solidaire d'un électro-aimant semblable à un électro-aiguilleur du traducteur de 1882.

Ce modèle fut remplacé, en 1892, par un autre peu différent, dans lequel les platines métalliques, reliées aux piles de travail et de repos, formaient en même temps le couvercle de la boîte. Le frappeur de cadence, actionné par un électro-aimant droit, agissait sur une petite enclume, en forme de fer à cheval, montée sur la platine antérieure.

Digitized by Google

La cadence placée à l'extérieur de la boîte offrait cet inconvénient que le rythme pouvait s'entendre alentour, et il en résultait une gêne pour certains agents manipulants. Baudot imagina alors, en 1895, la *cadence téléphonique*, dont le pavillon, monté à genouillère au bout d'une tige articulée, pouvait venir se placer près de l'oreille de l'opérateur. En dehors de cette modification, le manipulateur était identique, comme agencement et comme aspect extérieur, à celui de 1892.

En 1903, M. Robichon, alors Inspecteur, aujourd'hui Directeur Départemental des Postes et Télégraphes, construisit le manipulateur à *accrochage mécanique intégral* des touches : celles-ci, saisies par un encliquetage au moment de leur abaissement, ne sont libérées qu'au tour suivant des balais; l'électro-aimant qui opère le décrochage sert en même temps de frappeur de cadence; placé à l'intérieur de la boîte, il produit un bruit sourd, parfaitement audible pour l'opérateur, mais qui ne se propage pas suffisamment pour gêner ceux des secteurs voisins.

Régulateurs. — Les premières installations fonctionnèrent avec le régulateur Hughes, légèrement modifié : la boule était vissée sur la partie rectiligne de la tige vibrante et immobilisée par un contre-écrou; les changements minimes de la vitesse s'effectuaient en marche à l'aide d'un curseur additionnel, composé d'un petit anneau de laiton qu'on déplaçait à l'aide d'une tige en acier, et qui permettait de faire varier la position du centre de gravité de l'ensemble.

En 1881, Baudot réalisa son premier régulateur de vitesse constitué par une masse, destinée à s'écarter sous l'action de la force centrifuge et maintenue par deux ressorts à boudin, qui tendaient à la rapprocher de l'axe de rotation; ces ressorts étaient accrochés à une potence, qu'on pouvait monter ou descendre pour faire varier la tension des ressorts et, par suite, régler la vitesse de régime; la masse était munie de deux frotteurs qui venaient, pendant la marche, exercer une friction sur des platines réglables.

En 1885, Baudot supprima les frotteurs et obtint le freinage

Digitized by Google

par la flexion de l'axe au bout duquel est monté le régulateur, flexion qui engendre un frottement proportionnel sur le palier; c'est ce modèle, très légèrement modifié, qui est encore en service à l'heure actuelle. Ce régulateur donne un isochronisme qui n'a pas été surpassé jusqu'ici ; en effet, les ressorts, en acier trempé et sans tension initiale, donnent, dans les limites où on les utilise, des allongements rigoureusement proportionnels aux efforts qu'on leur fait subir; d'autre part, pour une vitesse angulaire donnée, la force centrifuge est proportionnelle au rayon décrit par la masse : on manœuvre la potence à laquelle sont accrochés les ressorts, de telle sorte que leur zéro de tension coïncide exactement avec le zéro de force centrifuge, et les changements d'amplitude, qui résultent des variations dans le travail résistant de l'appareil, n'entraînent aucune modification de la vitesse. Le réglage du régime s'opère par les ressorts, en mettant en jeu un nombre de spires plus ou moins grand ; les petites modifications de la vitesse s'obtiennent en chargeant la masse principale à l'aide de petites masses additionnelles, ou inversement.

Correction. — La correction du synchronisme fut tout d'abord semblable à celle du Hughes, c'est-à-dire qu'on rectifiait les écarts en avance ou en retard, à chaque révolution de l'arbre des balais. Afin de réduire de moitié la marge de flottement permise, Baudot, en 1881, modifia son système correcteur de la façon suivante : le poste corrigé tourne un peu plus vite que le poste correcteur, puis ses balais sont retardés chaque fois que l'écart tend à dépasser une certaine limite ; les avances du correcteur ou les retards du corrigé se trouvent ainsi masqués automatiquement. L'arbre des balais est simplement embrayé avec le socle-moteur, par l'intermédiaire d'un jeu d'engrenages et d'une roue étoilée, immobilisée à l'aide d'un galet élastique. Lorsque les balais du poste corrigé sont en avance, le fonctionnement de l'électro-aimant correcteur détermine le déplacement d'une goupille en acier, qui vient se placer dans le champ de rotation de la roue étoilée : celle-ci rencontre bientôt la gou-

Digitized by Google

pille par l'une de ses dents; elle subit alors un mouvement de rotation en arrière, permis par le galet élastique, et il en résulte un décalage de l'arbre des balais par rapport au moteur qui l'entraîne. Ce système a été adapté successivement aux différents genres de distributeurs postérieurs à 1881 et, grâce à la perfection du régulateur, donne une grande précision au synchronisme; c'est ainsi qu'au quadruple, par exemple, il décale les balais d'un angle de 1°5 et que, comme le « point de repère » se trouve être sur la bissectrice de cet angle, le flottement en avance ou en retard n'atteint jamais le maximum de 1°.

Installations. — L'installation quintuple de 1877 comprenait un distributeur formé de deux disques en ébonite juxtaposés; l'un, de diamètre plus petit que l'autre, portait deux couronnes métalliques, divisées en six parties égales; le second comprenait trois couronnes, de 33 contacts égaux, formant cinq groupes de 6 et un de 3; chacun des secteurs de 6 contacts correspondait à un manipulateur vertical à compensation et à un jeu de cinq relais, actionnant le combinateur électrique correspondant. L'installation comprenait 25 relais pour l'enregistrement des signaux d'arrivée, plus un pour recevoir les courants correcteurs.

L'installation quadruple, qui fonctionna en 1879 sur la ligne Paris-Lyon, était munie d'un distributeur formé de deux plateaux, l'un horizontal pour la réception, l'autre vertical pour la transmission; les manipulateurs étaient du modèle horizontal à compensation, la réception était assurée par le traducteur à combinateur mécanique à dix voies. 21 relais actionnaient les électro-aimants des traducteurs et le système correcteur.

En 1882 parut le quadruple à plateau horizontal, actionné par un moteur électrique et muni du premier régulateur à frotteurs de Baudot; la correction du synchronisme était opérée à l'aide de la roue étoilée indiquée plus haut.

Le problème de la télégraphie multiple, avec impression typographique, étant résolu, Baudot, dans un but d'unification du matériel, entreprit de créer des types à rendement moins élevé,

Digitized by Google

c'est-à-dire comportant un nombre restreint de secteurs, pour les lignes à trafic faible ou moyen. C'est ainsi qu'il produisit, en 1883, son *appareil simple*, c'est-à-dire à un seul secteur, qui fut utilisé en *duplex* jusqu'en 1887 entre Paris et Nantes; puis, en 1885, le *double à cinq couronnes*, qui avait sur le précédent l'avantage d'éviter les réglages inhérents au duplex, tout en donnant à la ligne le même rendement. Tous ces appareils fonctionnaient avec un seul relais et le traducteur à combinateur mécanique à deux voies, de 1882.

En 1889, Baudot entreprit de simplifier le quadruple, dont il réduisit le nombre de relais de 21 à 2 pour la réception, plus un pour le contrôle de la transmission au départ. Le premier relais recevait les courants de ligne, comme dans les types simple et double, mais, à l'aide de petits contacts espacés les uns des autres d'un angle égal à 1/24 de la circonférence, il commandait un second relais qui, à son tour, actionnait les traducteurs. Les petits contacts étant orientés pour correspondre exactement au milieu des émissions reçues, les irrégularités provenant de la ligne étaient masquées et les traducteurs recevaient des courants ayant exactement une durée de 1/24. Le distributeur était muni du dernier modèle de régulateur ; la vitesse de rotation des balais était portée de 165 à 180 tours par minute.

La même année, Bordeaux était relié à Paris à l'aide du Baudot, sur les fils souterrains 010 et 011. La grande capacité électrostatique des conducteurs de l'espèce n'aurait permis l'alternat que grâce à une marge assez considérable pour la propagation ; aussi Baudot préféra-t-il employer deux fils, affectés chacun à la transmission dans un seul sens. Sur la cage qui portait le plateau triple, normalement employé, était monté, du côté opposé, un plateau double, qu'on pouvait substituer au premier dans le cas de difficultés, notamment de courants telluriques assez intenses pour gêner la communication en triple. La ligne comportait quatre translations situées à Orléans, Tours, Poitiers et Angoulême. Un système d'inverseur très ingénieux, placé dans les postes intermédiaires, permettait aux extrêmes de se faire renvoyer leur propre transmission par les relais de l'une ou

Digitized by Google

de l'autre ligne, et d'indiquer ainsi avec certitude aux postes translateurs ceux de ces appareils qu'il y avait lieu de vérifier ou de changer; cette dernière manœuvre s'opérait d'ailleurs instantanément, à l'aide du commutateur multiple imaginé par Baudot. Cette installation, qui n'a subi que des modifications de détail, fonctionne encore aujourd'hui.

Enfin, les derniers types créés sont : le *double à six couronnes* (1893), le *sextuple*, agencé électriquement comme le quadruple à trois relais (1897) et enfin le *quadruple à plateau unique* et à un seul relais (1900).

Postes échelonnés. — Les postes d'importance secondaire, reliés à Paris, au Morse, à raison de deux par un même fil, ne disposaient de celui-ci que pendant une fraction d'heure déterminée ; Baudot entreprit de leur donner une communication permanente, à l'aide d'un secteur placé dans chacun des postes. C'est ainsi que fut réalisée, en 1889, l'installation double *Paris-Vannes-Lorient*. Ces deux derniers postes alternaient les transmissions avec Paris par le secteur unique dont ils disposaient; afin de permettre au poste réceptionnaire de « couper » éventuellement la transmission, le contrôle était donné à l'aide d'un relais différentiel (servant également à la réception); un équilibre approximatif des résistances du circuit de la ligne et de celui du rhéostat, était troublé lorsque le réceptionnaire se plaçait dans la position de transmission : le contrôle devenait ainsi mauvais, et le poste transmetteur était averti qu'il devait s'arrêter et se mettre sur réception pour connaître la cause de l'arrêt.

En 1891, *Brest*, *Rennes et le Havre* furent reliés d'une façon analogue, mais, en outre, un secteur fut établi entre Rennes et le Havre et utilisé dans le temps où Rennes correspondait avec Brest; les lignes n'étaient ainsi jamais inoccupées. Ce genre d'installation fut multiplié dans toute la France et appliqué même à des villes qui, précédemment, disposaient chacune d'un fil avec Paris, telles que Auch et Tarbes, Montauban et Perpignan, Rodez et Albi, etc., ce qui rendit disponibles des longueurs considérables de conducteurs, auxquels on donna d'autres affectations, économisant de la sorte de nouvelles constructions.

Digitized by Google

La communication échelonnée *Paris-Grenoble-Vienne*, installée en 1910, diffère des précédentes au point de vue de la « coupure », qui est effectuée à l'aide d'un contact supplémentaire du distributeur : celui-ci est relié à une petite sonnerie, que le poste réceptionnaire actionne lorsqu'il veut couper son correspondant.

Translations. — Lors de l'installation de la communication *Paris-Rome*, au Baudot double, en 1887, il fut reconnu nécessaire d'établir une translation à Turin; or, les translations à courant de repos, employées par exemple avec l'appareil Wheatstone, ne pouvaient s'appliquer au Baudot, à cause de la fréquence du changement de sens de la transmission, qui s'inverse six fois dans une seconde. Baudot construisit alors son *distributeur-inverseur automatique*, grâce auquel la ligne Paris-Turin, par exemple, se trouvait rattachée à l'entrée du relais pendant une demi-révolution et au massif pendant l'autre demi-révolution. Ce système permit, en outre, de récupérer la moitié du temps pris par la propagation Paris-Rome : en effet, Turin, poste correcteur par rapport aux deux extrêmes, envoyait la correction à Paris après qu'il avait réexpédié à Rome, c'est-à-dire pendant que se faisait la propagation Turin-Rome et retour; puis, une demi-révolution plus tard, il corrigeait de même Rome; le temps de propagation se trouvait ainsi réduit à la durée qu'il aurait eu pour une ligne Paris-Turin ou Turin-Rome, et le type double à 13 contacts, utilisé pour les communications ordinaires, a pu être installé dans le cas dont il s'agit. Une translation analogue, mais quadruple, fut installée à Lyon, en 1890, sur les communications *Paris-Nice*.

La translation qui assura à Brégenz, en 1897, la communication double *Paris-Wien*, diffère de celle de Turin en ce que le dispositif de rectification, appliqué aux quadruples à trois relais, servit à redresser les signaux avant leur réexpédition : les courants arrivant déformés de Paris, par exemple, sont donc réexpédiés corrects vers Wien, où ils parviennent avec les seules déformations subies dans la seconde partie de la ligne. C'est

Digitized by Google

dans cette installation que Baudot fit usage, pour la première fois, de son *relais auto-excitateur* : pendant que les balais parcourent l'intervalle entre deux petits contacts, une partie du courant réexpédié par le relais est dérivée dans ses propres bobines et assure ainsi un appui convenable de l'index sur le butoir. La rectification exigeant un écart de 1/2 contact entre la réception et la réexpédition, soit un contact entier par révolution, le nombre des divisions du distributeur double fut porté à 14, au lieu de 13; ce chiffre, au fur et à mesure des constructions, tend à devenir général et le type à 13 contacts disparaîtra progressivement. Une translation quadruple à rectification a été installée à Coblentz, en 1900, sur la ligne *Paris-Berlin*.

Retransmetteurs. — Les retransmetteurs, comme leur nom l'indique, permettent de réexpédier automatiquement sur une seconde ligne les signaux reçus d'une première, comme on le ferait avec un manipulateur ordinaire. Le premier modèle, imaginé par Baudot en 1894, utilise le mouvement des chercheurs du traducteur pour actionner des ressorts-contacts, agissant sur le second distributeur : lorsque les chercheurs sont dans la voie de repos, le secteur qui correspond aux ressorts est en relation avec la pile de repos ; mais, dès qu'un ou plusieurs d'entre eux sont aiguillés, les ressorts sont entraînés et les contacts correspondants du second distributeur sont reliés à la pile de travail : les balais, en passant sur le secteur, prennent donc la combinaison, tout comme si elle était préparée manuellement. La première application qui fut faite de ce système est celle qui a permis, sur le quadruple *Paris-Milan*, de donner temporairement une communication directe entre les bureaux de Bourse de ces deux villes. Paris-Central, par exemple, possède, du côté de Paris-Bourse, un triple synchronisé par son quadruple, et qui, à son tour, synchronise le distributeur placé dans ce dernier bureau; deux secteurs sont destinés à la correspondance avec Milan-Bourse; le troisième sert aux communications de services avec le Poste Central ; la simple manœuvre d'un commutateur multiple permet de mettre le triple en relation, par l'intermédiaire des

Digitized by Google

retransmetteurs, avec le quatruple, et l'on obtient ainsi, simultanément, deux transmissions Paris-Central = Milan-Central, et deux Paris-Bourse = Milan-Bourse.

Des communications analogues furent établies, un peu plus tard, sur *Paris-Nice-Cannes* et *Paris-Nice-Monte-Carlo*. Nice étant relié par un quadruple avec Cannes et par un autre avec Monte-Carlo, la première communication permet, simultanément : deux transmissions Paris-Nice, deux Paris-Cannes et deux Nice-Cannes ; il en est de même sur la seconde.

Le second type de retransmetteur fut inventé, en 1901, par M. Robichon ; il ne met plus à profit le mouvement des chercheurs, mais constitue un véritable manipulateur, dont les touches sont actionnées par les armatures des électro-aimants récepteurs, comme elles le seraient par les doigts d'un opérateur. On installa, en 1902, avec ce modèle de retransmetteurs, la communication *Paris-Rennes-Saint-Brieuc*, qui donne les mêmes ressources que Paris-Nice-Cannes ; puis en 1906 on s'en servit pour remplacer la translation tournante, genre Brégenz ou Coblenz, sur la ligne *Paris-Madrid* : le fil, desservi au quadruple entre Paris et Bordeaux, laisse deux secteurs à la disposition de ces deux villes, les deux autres secteurs étant en retransmission pour l'échange des correspondances Paris-Madrid et inversement.

En 1908, M. Lesaffre, Inspecteur, inaugura un nouveau mode d'utilisation des retransmetteurs avec la communication *Paris-Bordeaux* $\begin{cases} \textit{Bayonne} \\ \textit{Biarritz} \end{cases}$; les trois fils, Paris-Bordeaux, Bordeaux-Bayonne et Bordeaux-Biarritz, étant séparément desservis au quadruple, il a suffi de réunir, à Bordeaux, les installations à l'aide de retransmetteurs pour obtenir :

deux transmissions Paris-Bayonne,
deux — Paris-Biarritz,
deux — Bordeaux-Bayonne,
deux — Bordeaux-Biarritz.

En 1909, MM. Lesaffre et Chattelun adaptèrent au retransmetteur le dispositif de leur traducteur « rapide » mentionné

Digitized by Google

plus haut ; ce nouveau modèle fut installé sur la communication *Marseille-Lyon* { *Le Havre* / *Lille* }, desservie au quadruple entre Marseille et Lyon et au triple entre cette dernière ville et les deux extrêmes; on y obtient:

deux	transmissions	Marseille-Le Havre,
deux	—	Marseille-Lille,
une	—	Lyon-Le Havre,
une	—	Lyon-Lille.

La même année, on installa *Paris-Lyon* { *Valence* / *Nîmes* }, desservie au quadruple sur les trois branches, et donnant les mêmes ressources que Paris-Bordeaux { Bayonne / Biarritz.

Les retransmetteurs tendent de plus en plus à remplacer les translations tournantes et permettent, en outre, une foule de combinaisons avantageuses ; les exemples qui précèdent montrent qu'ils sont susceptibles de réunir des installations de types différents : c'est ainsi qu'une transmission reçue sur un quadruple peut être réexpédiée, indistinctement, sur un double, un triple ou un autre quadruple. Aussi a-t-on pu étudier tout un programme de retransmissions permettant à Paris de reprendre le contact avec un poste dont la ligne directe se trouve momentanément interrompue; si ce poste est Toulon ou Nice, par exemple, Marseille peut immédiatement rétablir une communication directe en reliant, à l'aide de retransmetteurs, deux secteurs de ses communications normales avec Paris d'une part et Toulon ou Nice d'autre part; on évite ainsi les dépôts en transit, avec l'encombrement et les retards qui en résulteraient.

Installations Baudot pour câbles sous-marins. — Dès le mois de septembre 1898, le regretté Pierre Picard, alors Inspecteur, entreprit des expériences en vue d'adapter le Baudot sur les câbles franco-algériens ; le dispositif qu'il réalisa diffère essentiellement de ceux qui avaient été essayés avant lui : en effet, au lieu de s'efforcer de ramener le câble à l'état neutre après chaque

Digitized by Google

émission, Picard chercha à maintenir dans le conducteur une charge constante; à cet effet il employa des émissions brèves, d'égale durée, alternativement positives et négatives; de plus, le câble, au départ, reste toujours isolé entre deux signaux consécutifs et, à l'arrivée, il est bloqué par un condensateur; de cette façon, une émission positive, par exemple, trouve toujours dans le câble une charge négative déterminée et réciproquement. Afin de multiplier les alternances, principalement, dans les périodes d'arrêt de la transmission, où le câble serait chargé exclusivement par la seule pile de repos, Picard modifia légèrement le manipulateur: les platines de repos et de travail des touches ne sont plus d'un seul tenant: celle de repos, par exemple, est coupée en cinq parties; les butoirs impairs sont reliés entre eux et à une pile négative, et les butoirs pairs à une pile positive; la disposition inverse est prise pour la platine de travail. De cette façon, lorsqu'on suspend la transmission, le câble reçoit des émissions alternativement positives et négatives. Le code des signaux se trouve ainsi modifié, mais *pour la ligne seulement*, car, à l'arrivée, les connexions du distributeur sont agencées de manière à effectuer automatiquement le redressement, et la traduction s'opère à l'aide des traducteurs ordinaires. Grâce à ce dispositif, Picard parvenait, en 1899, à assurer le service au double, à la vitesse de 140 tours par minute, entre Marseille et Alger, par deux câbles; l'un servait exclusivement à la transmission de Marseille et l'autre à celle d'Alger; le troisième câble restait utilisé au siphon Recorder. La vitesse de rotation des balais fut portée à 180 tours par minute en août 1900.

En janvier 1901, Pierre Picard imagina son *système d'alternat* par un seul câble, chacun des correspondants l'utilisant à tour de rôle pour sa transmission par les deux secteurs à la fois. La principale difficulté résidait dans l'établissement du synchronisme, chaque poste étant nécessairement correcteur pendant qu'il transmettait et corrigé quand il recevait; on ne pouvait songer à modifier à chaque fois la vitesse des deux distributeurs et leurs connexions relatives à la correction. L'élégante solution que trouva Picard à cette difficulté est la suivante: le poste d'Al-

Digitized by Google

ger est, au point de vue de la vitesse, considéré comme correcteur, c'est-à-dire tourne un peu moins vite que Marseille ; les choses se passent donc normalement lorsqu'Alger transmet ; par contre, grâce à un pignon supplémentaire, placé dans le système correcteur d'Alger, le décalage de la roue étoilée de ce poste se fait dans le sens du mouvement: la correction, lorsqu'elle est reçue par Alger, a donc pour effet d'*avancer* les balais de ce poste, tandis que, lorsque Marseille est corrigé, les siens sont *retardés* ; enfin, deux plateaux distincts servant, dans chaque poste, l'un pour la transmission et l'autre pour la réception, on a créé une fois pour toutes, entre les balais de ces deux plateaux, un écart qui correspond au temps pris par la propagation dans le câble: le synchronisme est ainsi établi aussitôt qu'on a tourné, dans les deux postes, les commutateurs destinés à changer le sens de la transmission. A partir de 1901, les trois câbles Marseille-Alger furent exploités de la sorte, et le Recorder définitivement supprimé.

Jusqu'à cette époque, Marseille assurait le transit entre Paris et l'Algérie ; c'est en 1903 que Pierre Picard établit une communication directe *Paris-Alger* : un quadruple sur fil aérien fut utilisé à cet effet entre Paris et Marseille ; les deux secteurs de transmission furent reliés, à l'aide de retransmetteurs, à un câble desservi au double et servant exclusivement dans le sens Marseille-Alger ; ce dernier poste transmit par un câble semblable et ses signaux furent réexpédiés de même sur les deux autres secteurs du quadruple aérien ; le troisième câble restait pour l'échange, à l'alternat, des correspondances entre Marseille et Alger ; enfin, un jeu de commutateurs permettait d'affecter à la transmission de Paris où à celle d'Alger trois secteurs au lieu de deux ; le secteur supplémentaire était pris par le câble d'alternat et Marseille le récupérait sur celui laissé disponible dans l'un des câbles, par suite de la manœuvre.

En 1905, Picard réalisa sa *correction sans courants spéciaux* : le distributeur comprend deux couronnes supplémentaires, dont l'une est divisée en contacts (à raison de deux pour chaque contact des autres couronnes), et qu'on appelle la « couronne de

Digitized by Google

correction » ; le balai de cette couronne est conjugué avec celui d'une couronne pleine reliée au massif du premier relais Baudot, à travers un condensateur: elle reçoit donc un courant instantané chaque fois que le relais change de position, c'est-à-dire à chaque inversion du courant de ligne. Lorsque ce mouvement a lieu, et si le balai occupe bien la position qui convient, ce courant instantané va à la terre ; au contraire, s'il y a lieu à correction, l'empiètement des balais permet au courant d'aller actionner un « relais commutateur » qui, à son tour, commande le relais de correction et le met sur le travail. A la fin de la révolution, une pile est amenée au butoir de travail du relais de correction, dont le massif est en relation permanente avec l'électro-correcteur, et celui-ci fonctionne ; puis les deux relais sont ramenés sur repos par un courant local. Ce premier dispositif n'utilisait que les inversions de courant positif à négatif ; il était dit « unipolaire » ; un second, plus complet, et appelé « bipolaire », fonctionne à chaque inversion, quel qu'en soit le sens. Comme les manipulateurs au repos envoient des émissions alternées, ainsi qu'il a été dit plus haut, le fonctionnement de la correction n'est pas subordonné aux transmissions. Cette méthode a permis de réduire à 10 le nombre des contacts d'un distributeur double et à 15 celui d'un triple, ce qui, dans l'espèce, constitue un avantage très appréciable.

En 1908, Pierre Picard entreprit la mise en service du type triple sur un câble, avec une vitesse de 150 tours par minute ; à la fin de 1910, tous les câbles Marseille-Alger étaient desservis au triple, à la vitesse normale de 180 tours.

En 1911, à l'occasion du voyage du Président de la République en Tunisie, une communication temporaire fut réalisée entre *Paris et Tunis* ; elle était ainsi constituée : sur un triple aérien Paris-Marseille, Paris recevait de Tunis par deux secteurs reliés, à l'aide de retransmetteurs, à l'un des câbles Marseille-Alger, puis, de nouveau et par le même moyen, à un fil Alger-Tunis. Paris transmettait de même à Tunis à travers des retransmetteurs placés à Marseille, Alger et Constantine. La longueur totale de la communication ainsi créée atteignait 2.700 kilomètres et a fonctionné d'une façon irréprochable.

Digitized by Google

En 1912, M. Carrat, Inspecteur, qui avait repris la direction du service à la mort de Pierre Picard, procéda, à titre d'expérience, à l'établissement d'une communication *Oran-Tanger* (525 kilomètres), à l'aide d'un double ordinaire, c'est-à-dire comportant la transmission simultanée dans les deux sens, mais avec un distributeur à 19 contacts, à cause de la très lente propagation ; cette communication fut prolongée jusqu'à Paris, avec retransmissions à Oran, Alger et Marseille, et fonctionna d'une façon parfaite pendant les quelques jours que dura l'expérience. Celle-ci fut poursuivie, la même, sur le câble *Marseille-Oran* (1100 kilomètres) en double, à l'alternat Picard et à 180 tours par minute ; elle fut également probante. Enfin, en 1913, M. Carrat installa, à titre définitif, la communication *Paris-Oran*, par Alger et Marseille, à la suite de la pose d'un quatrième câble entre Marseille et Alger.

En 1914, ce même fonctionnaire réussit à établir en double *duplex* le câble Marseille Alger de 1880 ; à partir de cette époque, le quadruple Paris-Alger fonctionna à l'aide de cette nouvelle installation qui laisse un câble disponible.

En 1916, le câble nouvellement posé fut, de même, duplexé, mais en triple, ce qui donne six transmissions simultanées, utilisées pour obtenir :

deux transmissions Paris-Constantine,
deux — Paris-Oran,
deux — Marseille-Tunis (secours) ;

toutes ces communications sont établies en retransmission automatique à Alger.

Enfin, à l'heure actuelle, on procède à des essais pour l'exploitation en double duplex du câble Marseille-Oran.

Indépendamment des installations ci-dessus, effectuées sur les câbles franco-algériens, M. Lesaffre, Inspecteur, a établi, en 1910, une communication *Marseille-Ajaccio*, à l'aide d'un fil souterrain sous gutta, rattaché directement à un câble Toulon-Ajaccio. Vu le peu de longueur du câble (325 kilomètres), le dispositif de Picard ne fut pas indispensable ; M. Lesaffre construi-

Digitized by Google

sit un distributeur double d'un modèle spécial, dans lequel les contacts reliés aux manipulateurs sont écourtés d'un quart et séparés les uns des autres par de petits plots rattachés à la terre ; à la réception, la couronne qui commande les électro-aiguilleurs est également divisée, mais ici ce sont les grands contacts qui servent à la décharge. Le câble est ainsi mis à la terre dans les deux postes pendant un temps suffisant pour que l'échange des signaux soit parfaitement assuré.

Une communication semblable fut réalisée entre *Marseille et Bastia*, en 1915, par le câble Antibes = Saint-Florent, avec une retransmission prise à Nice sur le sextuple du service ordinaire Marseille-Nice.

Enfin, les relations franco-anglaises sont établies au Baudot quadruple, sans dispositif spécial, par les câbles aboutissant à Calais et à Boulogne-sur-Mer; des expériences viennent d'être faites pour l'exploitation de ceux de Dieppe à l'aide de doubles *duplex* ; les résultats ont été satisfaisants. On a récemment réalisé une communication *Le Havre-Londres* en *double duplex*.

Transmission automatique. — En 1903, M. Carpentier, Ingénieur-constructeur, entreprit d'appliquer au Baudot le système de la transmission automatique. Le perforateur a l'aspect extérieur d'une machine à écrire et est muni du groupement dit « clavier universel ». Il peut donc être desservi, à l'occasion, par un dactylographe non télégraphiste. Les signaux sont représentés par des trous carrés, perforés dans le sens de la largeur de la bande, et groupés dans le même ordre que les touches du clavier, ce qui permet de collationner facilement la perforation. La bande est introduite ensuite dans un transmetteur automatique, qui, sous l'impulsion d'un courant envoyé par le distributeur, à chaque révolution des balais, présente successivement les combinaisons à un jeu de leviers constituant le manipulateur automatique. La réception a lieu dans un traducteur ordinaire.

Un dactylographe quelque peu exercé faisant plus de trois lettres par seconde (vitesse de rotation des balais), l'opérateur prend toujours de l'avance sur le transmetteur automatique, et le rende-

Digitized by Google

ment pratique d'un secteur ainsi desservi devient égal au rendement théorique, c'est-à-dire, à 180 lettres par minute. L'employé manipulant dispose, malgré cela, du temps nécessaire pour vérifier les accusés de réception et les demandes de rectifications pour mettre sur les minutes les indications de transmission, etc.

Ce système est particulièrement avantageux pour les agences de journaux, qui ne disposent de leurs fils spéciaux qu'à des heures déterminées: les nouvelles, au fur et à mesure de leur arrivée, sont composées à l'aide du perforateur ; dès l'entrée en contact avec le correspondant, la bande préparée est passée dans un ou plusieurs transmetteurs automatiques, qui assurent ainsi le rendement maximum des fils. Il est à remarquer que, lorsqu'un même texte doit être transmis dans plusieurs directions, la même bande peut servir successivement à chacune des expéditions, ce qui constitue un avantage très appréciable du système. Enfin la transmission automatique a permis à certaines agences de porter la vitesse de rotation des balais à 210 tours, au lieu de 180, ce qui procure une majoration du rendement sans augmentation de matériel.

SYSTÈMES DÉRIVÉS DU BAUDOT

Baudot-Dubreuil. — Le système imaginé, en 1902, par M. G. Dubreuil, Inspecteur, et son frère, M. P. Dubreuil, Commis Principal, n'a pas eu pour but l'augmentation du rendement des lignes : faisant usage de distributeurs identiques à ceux du Baudot, les inventeurs ne pouvaient prétendre à une utilisation meilleure des conducteurs ; ils se sont seulement proposé d'augmenter le rendement individuel des agents manipulants.

Le manipulateur est formé de huit touches au lieu de cinq, ce qui fournit à l'opérateur la possibilité de transmettre 255 combinaisons. Les cinq premières de ces touches servent à exécuter les 31 combinaisons du code Baudot ; le second groupe, de trois touches, permet sept combinaisons distinctes et constitue, en

Digitized by Google

réalité, la répétition des trois premières de l'autre groupe : ces trois touches sont susceptibles de transmettre six voyelles et un blanc, celui-ci s'appliquant indistinctement aux lettres et aux chiffres, c'est-à-dire restant sans action sur le système d'inversion. En agissant simultanément sur les deux groupes de touches, on peut donc transmettre, dans une seule révolution des balais, soit deux voyelles, soit une consonne ou un blanc suivi d'une voyelle, soit enfin une voyelle ou une consonne suivie d'un blanc.

Le traducteur comporte deux combinateurs à deux voies, calés sur le même axe et orientés de façon que l'un entre en jeu lorsque l'autre a terminé sa fonction ; le premier est à 31 combinaisons, avec cinq chercheurs ; le second à 7 combinaisons, avec trois chercheurs. La roue des types est munie de deux séries de caractères, correspondant aux deux combinateurs ; entre les deux groupes sont réservés deux espaces vides, pour permettre le rappel du bras d'impression après chaque déclanchement.

D'après les calculs faits sur des textes français et étrangers, le rendement pratique du clavier Dubreuil ressort aux 5/3 de celui d'un manipulateur à cinq touches. Un distributeur triple Baudot peut desservir un double Dubreuil, n'exigeant, à chaque extrémité de la ligne, que deux employés au lieu de trois.

Appareil rapide de Siemens. — L'appareil rapide de Siemens, construit vers 1912, est un Baudot simple, c'est-à-dire à un seul secteur, sur lequel on transmet automatiquement, à grande vitesse, à l'aide d'une bande préalablement perforée. La traduction, à l'arrivée, est assurée par un combinateur électrique, *identique* à celui dont Baudot fit usage, en 1877, sur sa première installation quintuple (v. p. 377) ; seul, le mode de fermeture du circuit, pour déterminer l'impression, est modifié : celle-ci est provoquée par la décharge d'un condensateur ; le système imprimeur proprement dit est également différent.

On ne saurait, équitablement, contester à cet appareil certaines qualités très réelles, notamment en ce qui concerne son

Digitized by Google

dispositif de correction électrique du synchronisme et la rapidité remarquable de l'impression. Mais, par contre, on ne peut laisser s'accréditer l'opinion, répandue par ses promoteurs, qu'il puisse être, au point de vue du rendement comme à celui de l'utilisation pratique, supérieur ou même seulement égal au Baudot, dont il n'est qu'une variété, soumise à des contingences spéciales qui limitent son champ d'action. Sa place réelle, encore que très honorable, est beaucoup plus modeste, comme il est aisé de le démontrer, et les lignes qui suivent ont pour objet de l'y ramener. Bien qu'elles soient écrites avec le souci d'impartialité qui convient, il est nécessaire de rappeler que, malgré les douloureuses circonstances actuelles, une discussion technique ne saurait laisser place à des considérations d'ordre sentimental : toute exagération a donc été bannie, et c'est par des arguments exclusivement techniques qu'est établie la comparaison entre le nouveau système et son inspirateur.

Les caractéristiques invoquées à l'actif de l'appareil Siemens sont les suivantes :

1° La transmission automatique qui assure à la ligne le maximum de rendement ;

2° La correction sans courants spéciaux ;

3° Un remaniement de l'alphabet destiné à favoriser la propagation ;

4° La possibilité de recevoir des bandes perforées pour les télégrammes de transit ;

5° La simplicité et la robustesse de l'appareil ;

6° La possibilité d'adapter la vitesse à l'état électrique de la ligne ;

7° Un rendement supérieur à celui du Baudot.

On a pu voir, dans les pages qui précèdent, que les trois premières « caractéristiques » existaient déjà dans le Baudot, bien avant l'apparition du Siemens ; chacune, d'ailleurs, va être examinée en particulier :

1° La transmission automatique, réalisée en 1903 par M. Carpentier (v. p. 394) procure tous les avantages — et aussi quelques inconvénients — de la composition préalable. On ne pouvait

Digitized by Google

d'ailleurs pas faire usage de la transmission manuelle au Siemens qui ne comporte qu'un seul secteur.

2° La correction sans courants spéciaux est appliquée sur les câbles, depuis 1905 (v. p. 391) ; elle est avantageuse au Siemens parce qu'elle évite d'augmenter de 2/5 le nombre des contacts du distributeur ; cet avantage n'est plus que de 2/30 au sextuple Baudot et a été, pour cette raison, négligé jusqu'à ce jour ; rien ne s'opposerait d'ailleurs à ce qu'on en fît usage si, dans des cas tout particuliers, on pensait y trouver un bénéfice quelconque.

3° Le manipulateur à platines divisées, de Pierre Picard (v. p. 390), a résolu le problème de l'amélioration de la propagation sur les câbles, ce qui équivaut à la modification de l'alphabet, mais pour la ligne seulement, et sans changer la manipulation des opérateurs ni le type de traducteurs. Là encore l'adaptation sur les lignes aériennes serait facile, si on devait y trouver avantage, ce qui n'est nullement démontré. En tout cas, si cet avantage existait réellement, ce ne serait, comme pour le précédent, qu'avec le sextuple, les autres types de Baudot restant au-dessous de la limite de rendement des lignes en général.

4° La réception par bandes perforées accélère, sans aucun doute, les transits, à la condition, toutefois, que l'emploi en soit limité à un nombre extrêmement restreint de postes, sous peine de tomber dans des difficultés d'exploitation très importantes : on ne saurait, en effet, envisager le transport, la direction et la répartition, à travers un grand Central, de bouts de bande dont les dimensions pourraient varier entre 25 centimètres et plusieurs mètres, susceptibles de se casser en route, et aussi de s'égarer bien plus facilement que les copies sur format invariable. A moins de les soumettre à un régime spécial, entraînant des manipulations et des retards considérables, on aurait tôt fait de constater que ce mode d'exploitation, séduisant en théorie, n'est pas réalisable en pratique, tout au moins dans les grands bureaux, ceux précisément pour lesquels il offrirait le plus d'intérêt. En outre, le passage de la réception imprimée à la réception perforée, ne peut se faire qu'après entente avec le correspondant, d'où des pertes

Digitized by Google

de temps, des retards et, éventuellement, des fausses manœuvres. C'est pour toutes ces raisons qu'on n'a pas généralisé en France un appareil imaginé, en 1884, par Meyer, et qui permettait d'obtenir, à la réception, des bandes perforées (cet appareil figure dans les collections de l'Administration, à l'École Supérieure). Restreint de la sorte, le système de réception perforée ne saurait être comparé aux retransmetteurs (v. p. 387) qui, tout en effectuant la réexpédition automatique et *instantanée*, laissent les correspondants extrêmes en contact *direct*, condition essentielle pour l'échange rapide des avis de toutes sortes, accusés de réception, rectifications, etc. ; en un mot, ces postes se trouvent dans la situation où les mettrait une translation sur une ligne à leur usage exclusif, mais avec cette circonstance remarquable que le poste intermédiaire peut correspondre avec chacun d'eux, tout comme si la communication directe n'existait pas ; cela *simultanément* et non pas *successivement*, comme l'exigerait la réexpédition par bande perforée. La communication réalisée, en 1911, entre Paris et Tunis (v. p. 392), avec *trois retransmissions successives*, montre l'emploi qu'on peut faire de ce système, pour des besoins permanents ou accidentels, et sa souplesse incomparable, à laquelle aucun autre ne saurait prétendre.

5° En ce qui concerne la complexité de l'installation, on y trouve *quinze* relais (relais de ligne, de distribution, de synchronisme, de traduction), tandis qu'au Baudot, ce nombre est de *trois* pour le sextuple (y compris le relais de contrôle) et d'*un seul* pour toutes les autres installations. Pour ne parler que de la réception, il est à remarquer que le distributeur simple prive le système de cette division du travail qui caractérise le Baudot et assure sa robustesse : en effet, au Baudot, une combinaison reçue est traduite pendant que la ligne est affectée à d'autres secteurs. Au Siemens, la traduction de la première combinaison doit avoir lieu pendant qu'on reçoit la seconde ; d'où la nécessité d'avoir un double jeu de relais-combinateurs (ce qui porte leur nombre à 10) et un commutateur multiple qui, *à raison de 12 à 15 fois par seconde*, doit mettre en circuit l'un et l'autre jeu,

Digitized by Google

c'est-à-dire permuter cinq entrées et dix butoirs. Sans même parler du commutateur destiné à produire la traduction soit imprimée, soit perforée, on voit que l'appareil est loin d'être « simple et robuste » ; chacun des nombreux contacts, essentiellement mobiles, que parcourt le courant de traduction, constitue un point faible, qu'un grain de poussière ou un peu d'oxydation suffit à rendre défectueux. C'est pour cette raison que Baudot abandonna, il y a bientôt quarante ans, ce type de combinateur, qui ne comportait pourtant pas cette complication, laquelle augmente sensiblement les soins d'entretien et doit rendre particulièrement laborieuse la recherche des dérangements.

A ce dernier point de vue, le Baudot possède encore un avantage incontestable : dès l'apparition d'un défaut, un simple coup d'œil permet de localiser le champ des recherches. En effet, s'il affecte l'ensemble de l'installation, on le trouvera dans le distributeur, les piles ou le relais de ligne ; s'il se manifeste exclusivement sur un secteur déterminé, on le recherchera dans le manipulateur de départ ou dans le traducteur d'arrivée. En outre, même sans parler de l'amovibilité du traducteur, qui permet de remplacer instantanément celui qu'on soupçonne, la défaillance d'un secteur ne gêne en rien le fonctionnement des autres et *la ligne continue à être desservie.* Au Siemens, au contraire, la totalité des organes concourant à l'ensemble du résultat, la localisation est moins facile et, de plus, un défaut, quel qu'il soit, affecte toute l'installation et *suspend complètement l'exploitation de la ligne.* C'est là un grave défaut dont l'importance ne peut échapper, et qui ne doit pas être sans déprécier le rendement moyen.

6° La possibilité de régler la vitesse sur l'état électrique de la ligne trouve son équivalent dans les installations Baudot pour lignes souterraines (v. p. 384), où la cage du distributeur porte deux plateaux, l'un triple, l'autre double, rattachés aux mêmes appareils : il suffit de relever les balais du triple et de faire frotter ceux du double pour substituer instantanément ce dernier type au premier : on a ainsi, tout aussi rapidement, l'équivalent

Digitized by Google

d'une diminution de la vitesse de 540 à 360 tours de l'appareil Siemens. Pour les lignes aériennes, plus stables, il a suffi de déterminer, entre le double et le sextuple, le type qui convient le mieux, tout à la fois, à l'état moyen de la ligne et à l'intensité du trafic ; dans les rares circonstances où un fil défectueux doit être conservé, les installations de rechange font le reste.

7° L'appareil Siemens peut transmettre, dit-on, à une vitesse variant entre 200 et 1.000 tours par minute ; à ce dernier régime, son rendement serait déjà légèrement inférieur à celui d'un sextuple qui peut donner $6 \times 180 = 1.080$ lettres. Mais cette vitesse peut-elle être obtenue au service courant? Il résulte de renseignements, puisés à une source qu'on peut croire sincère, que c'est *la qualité de l'impression* et non pas toujours *l'état électrique de la ligne* qui fixe la limite de la vitesse : jusqu'à 500 ou 600 tours, l'impression serait bonne, ce qui est déjà un joli résultat : elle deviendrait précaire de 600 à 800 et pour ainsi dire impossible à rendre nette au delà de 800. Il n'y a rien là de surprenant, si l'on considère qu'à 1.000 tours, chaque combinaison ne reste sous les balais du combinateur que pendant 1/600 de seconde ; et comme chacune d'elles correspond à deux caractères (lettre ou chiffre), le type à imprimer ne se trouve en face de la bande que pendant la moitié de ce temps, soit 1/1.200 de seconde.

Ainsi donc, si, pour ne rien exagérer, l'on admet le chiffre de 800 tours comme limite pratique (bien que l'impression y soit déjà difficilement obtenue), on atteint un rendement qui ne dépasse guère celui d'un quadruple. Par contre, le jour où les nécessités de l'exploitation l'exigeront, les 35 contacts d'un sextuple Baudot actuel pourront servir à faire un « septuple », avec correction sans courants spéciaux, système Picard. Pour le placer dans des conditions comparables à celles du Siemens, on pourra, si l'on veut, y adjoindre la transmission automatique, système Carpentier, et même, à l'occasion, le manipulateur coupé de Picard ; enfin, si l'on veut alterner, on le duplexera, comme le Siemens : on atteindra alors le rendement de 1.260 lettres par minute, dans chaque sens On pourrait objecter que

Digitized by Google

cette installation n'est pas encore réalisée : cela tient à ce que le besoin ne s'en est pas fait sentir ; mais, comme les émissions auraient exactement la même durée qu'au sextuple actuel, on ne voit pas de raison qui s'oppose à ce qu'elle soit praticable sur une ligne où le Siemens, réglé par une main suffisamment experte, fonctionnerait en duplex, à son maximum annoncé de 1.000 tours. Bien plus, sur une ligne courte, 250 kilomètres par exemple, on pourrait pousser jusqu'à l'octuple à 40 contacts, donnant 1.440 lettres, tandis que le Siemens, sur la même ligne, restera limité à moins de 1.000 par son système imprimeur.

En résumé, la limite du rendement du Baudot dépend exclusivement de la ligne, tandis que celle du Siemens est invariable et lui est assignée par son mécanisme d'impression ; s'il n'en était pas ainsi, le Siemens pourrait prétendre, *comme maximum*, à l'égalité, puisqu'au point de vue des signaux comme à bien d'autres, c'est un Baudot ; mais, par suite de cette limitation locale, il reste nécessairement inférieur.

La composition préalable, que lui impose sa constitution même, offre, à côté d'avantages certains, des inconvénients, par suite des retards qu'éprouvent les télégrammes entre leur perforation et leur transmission, puis entre leur réception et leur expédition, par les pertes de temps qui résultent du changement de sens de la transmission, etc., toutes circonstances dont la discussion allongerait démesurément cet article, mais qui, dans l'espèce, concourent à accroître encore l'infériorité du rendement du Siemens. On objectera que l'emploi du duplex atténue quelques-uns de ces inconvénients ; mais, outre que les lignes longues ou peu stables donnent lieu à des difficultés, c'est là une nouvelle complication ajoutée à celle, déjà grande, du système, et qui exclut la possibilité de placer l'appareil dans des mains peu expertes, parfaitement capables, cependant, de conduire une installation Baudot quadruple à un seul relais : c'est là une circonstance importante dans les centres secondaires, où les ressources en personnel technique sont parfois limitées.

Comme conclusion de ce qui précède, on peut dire que l'état

Digitized by Google

de perfectionnement dans lequel se trouve le Baudot, à l'heure actuelle, lui donne des qualités de rendement, de robustesse et surtout de souplesse qu'on arrivera difficilement à surpasser. On peut, en tout cas, émettre l'opinion que le système qui prétendra le supplanter d'une façon absolue et pour des raisons uniquement techniques — il surgira sans doute un jour ou l'autre — devra être basé *sur un principe nouveau*, comme le Baudot l'a été par rapport à ses devanciers. Aussi longtemps qu'on entreprendra seulement de le modifier, on arrivera peut-être, avec des moyens différents, à obtenir des résultats égaux, ce qui est parfaitement inutile ; le plus souvent, même si l'on produit un appareil ayant de réelles qualités, on restera au-dessous, comme c'est le cas jusqu'à présent.

Digitized by Google

SUR LA PRODUCTION DES ÉTINCELLES MUSICALES PAR COURANT CONTINU

Par M. LANGEVIN,
Professeur au Collège de France, Membre du Comité Technique des Postes et Télégraphes.

A l'occasion de l'examen, par le Comité Technique des Postes et Télégraphes, d'un projet d'augmentation du poste de Télégraphie sans fil des Saintes-Maries-de-la-Mer, M. LANGEVIN, Professeur au Collège de France, Membre du Comité, a étudié la protection, au moyen d'une batterie de condensateurs, des dynamos à courant continu destinées à la production des étincelles musicales.

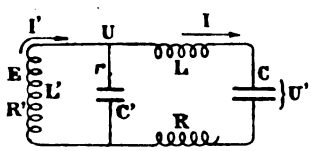
Si l'on se propose, comme l'a fait M. Bouthillon, d'alimenter au moyen de dynamos à courant continu de haute tension un condensateur que décharge périodiquement un éclateur tournant, le courant fourni par la génératrice est en réalité périodique, avec une fréquence égale à celle de l'étincelle musicale fournie par l'éclateur. Nous supposons cette génératrice protégée par des bobines de self convenables contre le retour des courants de haute fréquence produits à chaque étincelle dans le circuit oscillant dont fait partie le condensateur, mais il est également nécessaire, tant au point de vue de la sécurité qu'à celui du rendement, de diminuer dans la mesure du possible l'importance du courant alternatif musical qui se superpose, dans la génératrice, au courant continu que sa construction la destine à produire. Cette nécessité s'impose d'autant plus qu'on est actuellement conduit à élever autant que possible la hauteur de la note musicale employée.

Digitized by Google

Une solution théoriquement parfaite consiste à placer une batterie d'accumulateurs en tampon entre les bornes de la génératrice, mais son emploi se heurte à de grosses difficultés d'ordre pratique en raison des hautes tensions et du nombre énorme des éléments nécessaires. La substitution d'un condensateur à la batterie fournit une solution beaucoup plus commode et très suffisante si la capacité de ce condensateur est prise assez grande.

Il est possible de mettre sous une forme très simple les calculs relatifs au système ainsi constitué et d'obtenir directement les développements en séries de Fourier des divers éléments variables, courants, différences de potentiel et charges des condensateurs. Comme le procédé est susceptible d'application générale à tous les problèmes du même genre, je crois devoir l'indiquer rapidement, bien qu'il soit peut-être déjà connu.

Je prendrai comme exemple le cas suivant : la dynamo génératrice, de force électromotrice constante E, de résistance R′ et



de self-induction L′, est shuntée par le condensateur C′ à travers une résistance *r* et alimente le condensateur C dont elle est séparée par des bobines de self totale L et de résistance R. Un éclateur tournant décharge N fois par seconde ce condensateur, de sorte qu'un régime permanent s'établit dans lequel chacun des éléments variables (intensités I et I′ dans les résistances R et R′, charges Q et Q′ des condensateurs C et C′, différences de potentiel U entre les bornes de l'éclateur et U′ entre les bornes de la dynamo, etc.) est fonction périodique du temps avec la pulsation fondamentale

$$\omega = 2\pi N.$$

Nous poserons :

$$I = I_0 + I_1 + I_2 + \ldots + I_n + \ldots = I_0 + \Sigma_1^n I_n$$

$$I' = I_0 + I_1' + I_2' + \ldots + I_n' + \ldots = I_0 + \Sigma_1^n I_n'$$

Digitized by Google

$$(1)\quad Q = Q_0 + Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n + \ldots = Q_0 + \Sigma_1^n Q_n$$
$$U = U_0 + U_1 + U_2 + \ldots + U_n + \ldots = U_0 + \Sigma_1^n U_n$$
$$U' = U_0' + U_1' + U_2' + \ldots + U_n' + \ldots = U_0' + \Sigma_1^n U_n'$$

où l'indice 0 correspond à la partie constante ou *valeur moyenne* de l'élément variable considéré et l'indice n à l'harmonique de rang n, de fréquence $n\omega t$, dans le développement en série de Fourier.

Nous prendrons pour origine du temps le moment où une étincelle vient d'éclater. La décharge du condensateur C n'étant pas nécessairement complète, nous supposerons qu'il conserve une charge résiduelle q, fonctionnant comme charge initiale pour la nouvelle période de durée $\frac{1}{N}$ ou $\frac{2\pi}{\omega}$ au bout de laquelle la charge aura augmenté de $\frac{2\pi I_0}{\omega}$; cette quantité $\frac{2\pi I_0}{\omega}$ représente d'ailleurs le débit de chaque étincelle.

Il faut remarquer que, si le condensateur C' est bien isolé, la valeur moyenne I_0 est commune aux deux courants I et I' qui diffèrent au contraire dans leurs termes purement périodiques I_n et I_n'.

Le condensateur C étant alimenté par le courant I, on aura à chaque instant, en vertu de ce qui précède :

$$(2)\qquad Q = q + \int_0^t I\, dt$$

pour toutes les valeurs de t comprises entre 0 et $\frac{2\pi}{\omega}$.

Posant :

$$I_n = I_0 (A_n \operatorname{Sin} n\omega t + B_n \operatorname{Cos} n\omega t)$$

et substituant dans (2) l'expression de I fournie par la première des équations (1), il vient :

$$(3)\quad Q = q + I_0\left[t + \Sigma_1^n \frac{A_n}{n\omega}(1 - \operatorname{Cos} n\omega t) + \Sigma_1^n \frac{B_n}{n\omega} \operatorname{Sin} n\omega t\right]$$

Le terme t se développe en série de Fourier dans l'intervalle de 0 à $\frac{2\pi}{\omega}$ sous la forme :

Digitized by Google

$$t = \frac{\pi}{\omega} - \Sigma_1^n \frac{2}{n\omega} \operatorname{Sin} n\omega t.$$

En remplaçant dans (3), on obtient, par comparaison avec la troisième des équations (1) :

$$(4) \qquad Q_0 = q + \frac{\pi I_0}{\omega} + \Sigma_1^n \frac{A\ I_0}{n\omega}$$

et :

$$(5) \qquad Q_n = I_0\left(\frac{B_n - 2}{n\omega} \operatorname{Sin} n\omega t - \frac{A_n}{n\omega} \operatorname{Cos} n\omega t\right)$$

En égalant diverses expressions de la différence de potentiel U′ entre les bornes de la dynamo on obtient :

$$(6) \qquad U' = E - R'I' - L'\frac{dI'}{dt} = \frac{Q}{C} + RI + L\frac{dI}{dt}.$$

En identifiant les développements en séries de Fourier des deux derniers membres, on obtient les égalités :

$$(7) \qquad E - R' I_0 = \frac{Q_0}{C} + R I_0.$$

$$(8) \qquad - R\ I'_n - L'\frac{dI'_n}{dt} = \frac{Q_n}{C} + R I_n + L\frac{dI_n}{dt}$$

En tenant compte de l'expression (5) pour Q_n, on voit que *les termes d'indice n dans les éléments variables correspondent au régime permanent alternatif produit dans le système considéré par l'action d'une force électromotrice agissant dans la branche R′, L′, C′, du circuit et ayant pour valeur* :

$$(9) \qquad \frac{2 I_0}{n\ \omega} \operatorname{Sin} n\omega t.$$

C'est là, en somme, la remarque essentielle dans ce procédé de calcul : l'effet des décharges périodiques instantanées que produit l'éclateur tournant se traduit, en régime permanent, par l'apparition, dans la portion du circuit où l'éclateur agit, d'une force électromotrice périodique dont le terme d'ordre n est donné par l'expression (5).

L'application des méthodes ordinaires de calcul en courant alternatif suffit pour compléter la solution ; la méthode des imaginaires est particulièrement indiquée ici et conduit immédiatement au résultat suivant. En posant :

Digitized by Google

$$\alpha_n = n^2\omega^2 L'C + n^2\omega^2 CC'(RR' + Rr + R'r) - (n^2\omega^2 LC - 1)(n^2\omega^2 L'C' - 1)$$

$$\beta_n = n\omega C(n^2\omega^2 r L'C' - R') + (R' + r)n\omega C'(n^2\omega^2 LC - 1) + n\omega RC(n^2\omega^2 L'C' - 1)$$

il vient :

$$A_n = 2\frac{(R' + r)C'n\omega\alpha_n + (n^2\omega^2 L'C' - 1)\beta_n}{\alpha_n + \beta_n}$$

ou encore :

(10)

$$A_n = 2\frac{n\omega C\left[R(n^2\omega^2 L'C' - 1)^2 + \omega^2 r L'^2 C'^2 + R' + n^2\omega^2 C'^2(R' + r)(RR' + Rr + R'r)\right]}{\alpha_n^2 + \beta_n^2}$$

Cette dernière expression montre que les quantités A_n sont essentiellement positives. Dans les conditions ordinaires elle se simplifie d'ailleurs dès les premières valeurs de l'entier n et devient, si on ne conserve que les puissances les plus élevées de n dans les deux termes de la fraction :

$$A_n = \frac{2(R + r)}{n^3\omega^3 L^2 C} \qquad (11)$$

A_n étant ainsi connu, on obtient, par combinaison de (4) et (7), l'intensité I_0 fournie en moyenne par la génératrice :

$$I_0 = \frac{E - \frac{q}{C}}{R + R' + \frac{\pi}{C\omega} + \sum_1^n \frac{A_n}{Cn\omega}} \qquad (12)$$

L'existence d'une charge résiduelle q après chaque étincelle à l'éclateur tournant retranche de la force electromotrice E de la génératrice un terme $\frac{q}{C}$ égale à la différence de potentiel sous laquelle le condensateur reste chargé. Les différents termes du dénominateur, homogènes à des résistances, correspondent aux diverses formes sous lesquelles est utilisée la puissance fournie par la source : R et R' à la chaleur de Joule dégagée par le courant constant I_0, $\sum_1^n \frac{A_n}{Cn\omega}$ à la chaleur de Joule dégagée dans

Digitized by Google

l'ensemble du système par les divers courants alternatifs, fondamental et harmoniques, et enfin $\frac{\pi}{C\omega}$ qu'on peut appeler la résistance équivalente à l'éclateur, correspond à l'énergie effectivement utile dans les décharges oscillantes et la production des courants de haute fréquence.

Comme la charge du condensateur C tombe instantanément à chaque étincelle de $q + \frac{2\pi}{\omega} I_0$ à q, l'énergie utile a pour valeur :

$$\frac{1}{2C}\left[\left(q + \frac{2\pi}{\omega} I_0\right)^2 - q^2\right] = \frac{2\pi I_0^2}{C\omega^2} + \frac{2\pi I^0 q}{C\omega}$$

pour chaque période $\frac{2\pi}{\omega}$, d'où pour la puissance utile :

$$I_0\left(\frac{\pi I_0}{C\omega} + \frac{q}{C}\right).$$

Comme la puissance fournie par la génératrice est EI_0, on obtient pour le rendement l'expression :

$$\eta = \frac{1}{E}\left(\frac{\pi I_0}{C\omega} + \frac{q}{C}\right).$$

Si on peut admettre que chaque décharge est à peu près complète, le second terme de la parenthèse est négligeable et le rendement devient :

$$\eta = \frac{\pi}{\pi + \omega C (R + R') + \Sigma_1^n \frac{A_n}{n}}.$$

En se reportant à l'expression (11) on voit que la somme $\Sigma_1^n \frac{A_n}{Cn\omega}$ se présente en général sous forme d'une série très rapidement convergente dont la somme, à moins que ω^2 LC ou ω^2L'C' ne soient voisins de 1, c'est-à-dire à moins de résonance d'une des portions du circuit pour la période de l'étincelle, prend une valeur de l'ordre de :

$$\frac{2(R + r)}{\omega^4 L^2 C^2}$$

Digitized by Google

c'est-à-dire en général notablement inférieure à $R + r$ puisque $\omega^2 LC$ sera toujours nettement supérieur à l'unité. On conçoit d'ailleurs que les résistances R et r interviennent seules dans cette expression limite puisque, pour les valeurs de C′ qui la rendent exacte, la partie alternative du courant ne pénètre pas dans la résistance R′ de la génératrice.

Si nous cherchons en effet à évaluer la différence de potentiel aux bornes de la génératrice, nous trouvons pour l'amplitude (U'_n) du terme alternatif général U'_n :

$$(U'_n) = 2 I_0 \frac{\sqrt{n^2 \omega^2 (L' + R' r C')^2 + (r n^2 \omega^2 L' C' - R')^2}}{\sqrt{\alpha_n^2 + \beta_n^2}}$$

En se reportant aux expressions de α_n et β_n on voit que l'amplitude du terme fondamental U_1' est la plus importante et a sensiblement pour valeur, quand on est suffisamment loin de la résonance

$$|U_1'| = \frac{2 E}{\pi \omega^2 L C'}$$

Elle varie donc en raison inverse de la capacité du condensateur tampon C′ *quand celle-ci est suffisamment grande pour que le circuit oscillant qu'elle constitue avec la génératrice ait une période propre nettement supérieure à celle des étincelles*, et en raison inverse de la self-induction des bobines de protection L *quand celle-ci est assez grande pour que la période du circuit oscillant qu'elle constitue avec le condensateur de décharge C soit aussi nettement supérieure à celle des étincelles.*

La présence du facteur ω^2 au dénominateur montre que *la protection de la génératrice contre le courant alternatif musical est d'autant plus facile à réaliser que la note employée est plus aiguë*, de sorte que l'emploi du condensateur tampon supprime tout obstacle venant de la génératrice à l'élévation de la fréquence musicale employée.

Enfin il est intéressant de calculer la charge du condensateur à la fin de la période, c'est-à-dire au moment où se produit l'étincelle. Cette charge est :

Digitized by Google

$$q + \frac{2\pi}{\omega} I_0 = q + \frac{2\pi}{\omega} \frac{E - \frac{q}{C}}{R + R + \frac{R}{C\omega} + \sum_1^n \frac{A n}{n \omega C}}$$

La différence de potentiel correspondante est voisine de $2E - \frac{q}{C}$ quand le rendement est voisin de l'unité, c'est-à-dire voisine de 2 E si la décharge est à peu près complète à chaque étincelle.

Le calcul du module $|U_n|$ se fait aisément et montre que le maximum de la différence de potentiel U aux bornes du condensateur C diffère très peu de 2 E quand on est suffisamment éloigné de la résonance.

Digitized by Google

SUR LES PERTES D'ÉNERGIE

qui sont dues à la suppression de liaisons

Par M. POMEY,
Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

1° *Considérations sur la mesure de la résistance d'isolement d'un câble par la perte de charge.* — Si nous considérons un champ électrostatique où le vecteur champ électrique est E, l'énergie électrique de ce champ par unité de volume a pour valeur $\frac{k\,E^2}{8\,\pi}$ et la loi de Joule, d'après laquelle la quantité de chaleur dégagée dans la même unité de volume par unité de temps a pour valeur $c\,E^2$, en appelant c la conductibilité éventuelle du milieu dont le pouvoir inducteur électrique est k, exprime que cette dissipation d'énergie par unité de temps est une fraction fixe $\frac{8\,\pi\,c}{k}$ de l'énergie électrostatique. C'est ce qui se produit en particulier entre les armatures d'un condensateur dont le diélectrique est imparfaitement isolant. Les surfaces équipotentielles ne sont pas modifiées par le courant de perte ; en un point quelconque on a :

$$\frac{d\,E}{E} = -\frac{d\,t}{\theta}$$

en appelant θ la quantité $\frac{k}{4\,\pi\,c}$, homogène avec un temps. Le champ s'affaiblit suivant une loi exponentielle. Comme le dit Vaschy, pendant cet affaiblissement, l'état du champ est à une époque quelconque un état stable en ce sens que, si le diélec-

Digitized by Google

trique redevenait subitement un isolant parfait, c'est-à-dire si la dissipation calorifique de l'énergie électrique cessait, le champ conserverait indéfiniment l'état auquel il serait parvenu à l'époque t. La dissipation d'énergie se produit donc parce que la conductibilité du milieu supprime la liaison qui serait imposée au système par la parfaite isolation.

2° *Décharge de deux sphères l'une sur l'autre au moyen de l'excitateur.* — Considérons maintenant deux sphères de rayon r et r', chargées de quantités d'électricité q_0 et q'_0, placées à grande distance l'une de l'autre au sein d'un milieu parfaitement isolant. Relions-les par un fil fin conducteur. Soient q et q', les charges des deux sphères dans l'état final, après le réarrangement des charges. Nous négligeons la capacité mutuelle et nous écrivons, d'une part, que la quantité totale d'électricité n'a pas changé : d'autre part, que les deux sphères sont parvenues au même potentiel. On a donc :

$$q + q' = q_0 + q_0'$$
$$\frac{q}{r} = \frac{q'}{r'}$$

D'où :

$$q = \frac{r}{r + r'}(q_0 + q_0')$$

$$q' = \frac{r'}{r + r'}(q_0 + q_0')$$

$$q_0 - q = q' - q_0' = \frac{r\,r'}{r + r'}\left(\frac{q_0}{r} - \frac{q_0'}{r'}\right)$$

L'énergie électrostatique W était à l'origine

$$W_0 = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{r} + \frac{1}{2}\frac{q_0'^2}{r'}$$

elle est devenue

$$W = \frac{1}{2}\frac{q^2}{r} + \frac{1}{2}\frac{q'^2}{r'}$$

et l'énergie perdue $W_0 - W$ est :

$$W_0 - W = \frac{1}{2}\frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}}\left(\frac{q_0}{r} - \frac{q_0'}{r'}\right)^2.$$

Digitized by Google

On peut exprimer ce résultat en disant que l'énergie perdue est égale à l'énergie d'une sphère de rayon R, tel qu'on ait :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r'},$$

qui aurait été portée à un potentiel égal à la différence initiale des potentiels des deux sphères.

On peut remarquer aussi que l'énergie perdue a l'expression ci-après :

$$(q_0 - q)\frac{1}{2}\left(\frac{q}{r} + \frac{q_0}{r}\right) + \left(q'_0 - q'\right)\frac{1}{2}\left(\frac{q'}{r'} + \frac{q_0'}{r'}\right)$$

c'est-à-dire qu'elle est la somme des produits des charges perdues par les demi-sommes des potentiels avant et après la liaison.

3° *Analogies mécaniques.* — Avant d'aller plus loin, il y a lieu d'observer l'analogie avec le problème mécanique suivant : deux masses m et m' sont animées suivant l'axe ox de vitesses v_0 et v'_0. A un moment donné, j'établis entre ces masses une liaison rigide qui les oblige à se mouvoir avec la même vitesse v, tandis que la quantité de mouvement totale est restée la même, parce que l'impulsion $m\ (v - v^0)$ communiquée à la masse m par la m' est égale et contraire à l'impulsion $m'\ (v - v'_0)$ subie par la masse m' de la part de la masse m. On a donc :

$$(1) \qquad m v_0 + m' v'_0 = (m + m') v.$$

Cette équation qui exprime la conservation de la quantité de mouvement est analogue à l'équation qui exprime la conservation de la charge électrique. L'établissement de la liaison rigide a eu pour effet de diminuer l'énergie cinétique de la quantité

$$(2) \quad \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} m' v'^2_0 - \frac{1}{2}(m + m') v^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{\frac{1}{m} + \frac{1}{m'}} (v_0 - v'_0)^2$$

Ainsi l'énergie perdue est égale à l'énergie d'une masse M, telle que l'on ait :

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{m} + \frac{1}{m'},$$

qui serait animée d'une vitesse égale à la différence entre les

Digitized by Google

vitesses des deux masses avant la liaison. « On peut remarquer que l'équation (1) est celle qui détermine la vitesse du centre de gravité des masses m et m' et que le premier membre de l'équation (2) exprime la différence entre la force vive du système et la force vive du centre de gravité auquel toute la masse serait concentrée. Or on sait que cette différence est positive, puisqu'elle est, en vertu d'un théorème connu, égale à la force vive du système dans son mouvement autour du centre de gravité. »

On a pour l'énergie cinétique perdue l'expression équivalente :

$$m\,(v_0 - v).\frac{1}{2}(v_0 + v) + m'\,(v_0' - v)\frac{1}{2}(v'_0 + v).$$

On voit que ce sont les charges électriques qui jouent le rôle des quantités de mouvement et les vitesses qui jouent celui des potentiels.

Expression générale de la variation d'énergie électrostatique. — On peut facilement généraliser : soit W_0 l'énergie électrostatique d'un système de conducteurs placés au sein d'un milieu isolant, W son énergie après que certains d'entre eux ont été reliés par des fils fins, soient q_0 et v_0 les potentiels initiaux, q et v les potentiels après réarrangement, on a :

$$W = \frac{1}{2}\Sigma\, q\, v \qquad W_0 = \frac{1}{2}\Sigma\, q_0 v_0$$

d'où l'on déduira :

$$W_0 - W = \Sigma\,(q - q_0)\frac{v + v_0}{2}.$$

Pour démontrer cette formule, il suffit de remarquer que l'on a :

$$\frac{1}{2}\,q_0\,v_0 - \frac{1}{2}\,q\,v = (q_0 - q)\frac{v_0 + v}{2} - \frac{1}{2}\,(q_0\,v - q\,v_0)$$

et qu'on a, d'après un théorème connu :

$$\Sigma\, q_0\, v = \Sigma\, q\, v_0$$

Ainsi la perte d'énergie est égale à l'énergie d'un système identique, dans lequel les charges seraient les charges perdues et les potentiels la somme des potentiels du premier et du second état.

Digitized by Google

Ces formules reposent, en définitive, sur une propriété générale des formes quadratiques. Soit T une forme quadratique des quantités v, posons

$$p_i = \frac{\partial T}{\partial v_i}$$

nous aurons, par le théorème d'Euler sur les fonctions homogènes :

$$T = \frac{1}{2} \Sigma p v$$

et d'après les propriétés de la polaire :

$$\Sigma v_0 \frac{\partial T}{\partial v} = \Sigma v \frac{\partial T}{\partial v_0}.$$

Si donc on a :

$$T_0 = \frac{1}{2} \Sigma p_0 v_0.$$

Il viendra :

$$T_0 - T = \frac{1}{2} \Sigma (p_0 v_0 - p v) = \Sigma (p_0 - p) \left(\frac{v + v_0}{2} \right)$$

et

$$T_0 - T = \Sigma \left(\frac{p_0 + p}{2} \right) (v - v_0)$$

Et en passant aux infiniment petits :

$$d T = \Sigma v \, d p = \Sigma p \, d v.$$

Si, par exemple, T représente l'énergie cinétique d'un système qui par suite d'un choc passe d'un premier état à un second, on peut dire que la variation d'énergie est mesurée par la somme des produits des impulsions $p_0 - p$ subies pendant le choc par les vitesses moyennes correspondantes, $\frac{v_0 + v}{2}$, demi-sommes des vitesses avant et après le choc.

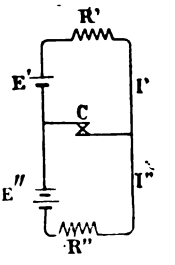
La variation d'énergie potentielle ou cinétique est une diminution. — On voit par là que toutes les fois qu'un système matériel passe d'un état (p^0 v^0) à un autre (p v) par suite de l'établissement de liaisons, il y a une variation d'énergie et, comme on

Digitized by Google

n'a pas fourni d'énergie au système, cette variation d'énergie ne peut être qu'une diminution spontanée, irréversible, qui doit se retrouver sous forme de mouvement vibratoire et finalement de chaleur. La conception de corps solides et de liens rigides est donc incompatible avec le principe de la conservation de l'énergie.

Si l'on envisage de même le phénomène de la décharge partielle de deux sphères, que nous avons traité plus haut, au point de vue de la conservation de l'énergie, on notera que la mise en communication de deux sphères par l'intermédiaire du fil fin conducteur, permet à une transformation spontanée et par suite irréversible de se produire. Cette modification est accompagnée d'une perte d'énergie qui se retrouve sous forme de chaleur, principalement dans le fil de communication ; la résistance de ce fil n'intervient que pour changer la durée de la modification, ou, pour mieux dire, que pour déterminer la vitesse avec laquelle elle s'accomplit, car, théoriquement, l'équilibre n'est atteint qu'au bout d'un temps infini. Grâce à sa conductance, le fil qui se retrouve, une fois l'équilibre atteint, dans le même état qu'au début, a joué, pendant cette sorte de réaction, le rôle d'un agent catalyseur.

Application à l'électrocinétique. — Les considérations précédentes peuvent être appliquées à l'électrocinétique. Considérons par exemple deux circuits indépendants de f. e. m. E', E'', de résistances R' et R'', d'intensités I' et I'', comme les deux circuits représentés sur la figure ci-jointe lorsque la clé de court circuit C est abaissée. Si nous levons cette clé, les deux circuits n'en forment plus qu'un seul de f. e. m. $E' + E''$, de résistance $R' + R''$, d'intensité I. Par suite de l'ouverture de la clé C, le nombre des degrés de liberté qui était égal à deux, devient égal à l'unité. Il y a réarrangement dans la distribution des courants ; I et I'' passent à la valeur commune I. La quantité de chaleur dégagée par unité de temps était $R' I'^2 + R'' I''^2$; elle est devenue $(R' + R'') I^2$. La dérivée partielle par rapport



Digitized by Google

à I′ de l'énergie est 2 R′ I′, donc I′ étant assimilé à une vitesse, 2 R′ I′ doit être assimilé à une quantité de mouvement. Or, comme dans le choc, nous avons ici conservation de la quantité de mouvement, car les demi-quantités de mouvement initiales étant R′ I′ et R″ I″, c'est-à-dire E′ et E″, la demi-quantité de mouvement finale est E′ + E″ c'est-àdire (R′ + R″) I. On a donc :

$$R' (I - I') = R'' (I'' - I),$$

comme s'il y avait égalité entre les impulsions contraires qui agissent sur chaque circuit pour en modifier l'état.

Cela étant, la diminution de la puissance dégagée suivant la loi de Joule en passant du premier au second état, sera :

$$\frac{1}{\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''}} (I' - I'')^2.$$

On voit que la diminution du nombre des degrés de liberté entraîne une diminution de l'effet calorifique.

(7) *Généralisation; cas d'un réseau quelconque.* — Il est facile de généraliser cette proposition.

En effet, Maxwell a montré qu'un réseau composé de n sommets reliés par l diagonales est un système à $l + n - 1$ degrés de liberté et qu'on peut le décomposer en $l + n - 1$ mailles, à chacune desquelles il conviendra d'attribuer une intensité fictive déterminée. Dans ces conditions, l'intensité vraie, qui circule réellement dans un conducteur bordant la maille, entre deux nœuds voisins, est la somme algébrique des intensités fictives attribuées aux mailles contiguës, qui sont bordées par ce conducteur. Les équations de Kirchhoff relatives aux sommets sont alors satisfaites d'elles-mêmes Je prendrai pour variables indépendantes ces « intensités de maille » I. Si l'énergie électrique est empruntée dans le réseau à des piles de f. e. m. constantes, on aura pour expression de la puissance fournie, la forme

$$\Sigma EI, \tag{1}$$

dans laquelle les quantités E sont des fonctions linéaires des f. e. m. des diverses piles et constituent un ensemble de $l + n - 1$ quantités arbitraires. La puissance calorifique J, développée sui-

Digitized by Google

vant la loi de Joule, sera égale à la puissance électrique. Or, comme J est une fonction quadratique des I, on a, d'après le théorème d'Euler,

$$J = \Sigma \frac{1}{2} \frac{\partial J}{\partial I} \cdot I, \tag{2}$$

et en comparant à l'expression (1), il reste d'une façon générale :

$$E = \frac{1}{2} \frac{\partial J}{\partial I}. \tag{3}$$

Remarquons que les équations (3) peuvent se résumer en une seule, rappelant le principe des travaux virtuels. L'intensité I peut être considérée commé la vitesse de la quantité fictive d'électricité Q, qui a passé en un point du contour correspondant, depuis l'origine des temps. On a alors :

$$\Sigma \left(E - \frac{1}{2} \frac{\partial J}{\partial I} \right) \delta Q = o,$$

les δQ étant des déplacements virtuels indépendants.

La force E est la force agissante et la force $-\frac{1}{2} \frac{\partial J}{\partial I}$ est la résistance de frottement correspondante.

Quoi qu'il en soit, et pour revenir à la question, notons que pour diminuer d'une unité le nombre des degrés de liberté du système, il suffit d'enlever une diagonale. Si, dans cette diagonale, il passait un courant i, l'équation de liaison, relative à la liaison nouvellement introduite, sera $i = o$.

Or il est permis de substituer, comme variable indépendante, à la place de l'une des variables I, I′, I″,... qui sont les intensités de maille, par exemple à I, l'intensité i, qui est l'intensité vraie dans la diagonale considérée. D'autre part, la puissance calorifique I est une forme quadratique positive des variables i, I′, I″, etc., et l'on sait qu'il y a une infinité de transformations linéaires qui permettent de la mettre sous la forme de $l + n - 1$ carrés ; or, parmi ces transformations elles-mêmes, on peut en choisir aisément une, dans laquelle l'un des carrés sera un carré en i soit ai^2. J'aurai donc :

Digitized by Google

$$J = a i^2 + b i'^2 + c i''^2 + \dots$$

et les équations du réseau se réduiront à :

$$e = a i \quad e' = b i' \quad e'' = c i'' \quad \dots$$

les quantités e, e', e''... étant des fonctions linéaires des *f. e. m.* primitives.

Cela étant, si nous imposons la liaison $i = o$, les équations du réseau se réduiront à :

$$e' = b i'_1 \quad e'' = c i''_1 \quad \dots$$

c'est-à-dire que les intensités fictives i'_1, i''_1 ... conservent après la liaison les mêmes valeurs i', i''... qu'elles avaient auparavant. Après l'établissement de la laison, j'ai :

$$J_1 = b i'^2_1 + c i''^2_1 + \dots$$

d où

$$J_1 = J - a i', \quad \text{donc} \quad J_1 < J.$$

Donc quand on diminue le nombre des degrés de liberté du système, la puissance calorifique diminue.

Nouvelle expression de la perte de puissance. — Nous allons donner de cette diminution de J une expression nouvelle fort simple.

Soient i, I' I'' ... les intensités avant la suppression de la branche r; soient o, i', i''... les intensités après la suppression; appelons A et B les extrémités de la branche r, le courant i étant compté positivement de A vers B. Après la suppression de la branche A B, il s'établit en A et B les potentiels V_A et V_B; je puis donc rétablir la branche A B à la condition d'intercaler une f. e. m. constante $V_B - V_A$. Le courant dans A B sera nul. Avant suppression de la branche r, j'avais les f. e. m. E E' E''... : après la modification finale, j'ai les f. e. m. $E + V_B - V_A$, E', E''... ; j'avais les intensités i, I' I''..., j'ai les intensité o, i', i'',.... Mettons maintenant dans chaque circuit des forces égales et contraires à celles que j'avais en dernier lieu, de sorte que les *f. e. m.* deviennent respectivement $V_A - V_B$, o, o... ; les intensités, en vertu du caractère linéaire des équations, deviendront $i - o$, I' — i', I'' — i''. etc. Appelons ces intensités i_1, i'_1, i''_1,.... On aura, pour les déterminer, les équations :

Digitized by Google

$$V_A - V_B = \frac{1}{2}\frac{\partial J}{\partial i_1} \qquad o = \frac{\partial J}{\partial i'_1} \qquad o = \frac{\partial J}{\partial i''_1} \ldots$$

Or j'ai :

$$J - J_1 = E\,(i - o) + E'\,(I' - i') + E''\,(I'' - i'') + \ldots$$

ou

$$J - J_1 = E\,i_1 + E'\,i'_1 + E''\,i_1'' + \ldots$$

$$J - J_1 = \Sigma\,\frac{1}{2}\,\frac{\partial J}{\partial I^{(n)}}\,i_1^{(n)} = \Sigma\,\frac{1}{2}\,\frac{\partial J}{\partial i_1^{(n)}}\,I^{(n)}$$

d'après les propriétés de réciprocité de la polaire. Mais on constate aussitôt qu'il reste un seul terme :

$$J - J_1 = (V_A - V_B)\,i.$$

On voit donc que la perte de puissance est égale au produit de l'intensité i qui existait dans la branche supprimée par la d. d. p. qui s'établit, après sa suppression, aux points d'attache de ses extrémités.

En résumé, le réseau, si complexe soit-il, se comporte comme une pile dont on mesurerait à circuit ouvert la force e. m. $V_A - V_B$ aux points A et B, et qui fournirait une puissance $(V_A - V_B)\,i$, quand on lui demanderait un courant d'intensité i.

On reconnaît l'étroite analogie de cette proposition avec le théorème bien connu de Thévenin.

Remarquons que, dans une modification du système, le réarrangement des intensités de courant entre les branches ne se fait, à f. e. m. constantes, dans le sens d'une plus grande puissance de l'énergie dissipée sous forme de chaleur, que lorsque la modification a pour cause l'augmentation du nombre des degrés de liberté du système.

Nous nous bornerons, en terminant, à indiquer que des considérations analogues s'appliqueraient à l'énergie électromagnétique.

Digitized by Google

Régulateur de voltage, système Thury

Essai d'explication du fonctionnement de l'appareil

Par M. POMEY
Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

Le voltage aux bornes v, d'une dynamo génératrice à courant continu dépend de la vitesse de rotation ω de la machine, de la résistance R, du circuit où le courant est débité, et de la résistance R introduite par jeu du rhéostat de champ dans le circuit d'excitation. On a, d'une façon générale, une relation telle que

$$v = f(\omega, R_1, R).$$

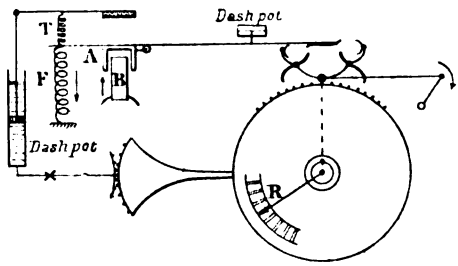
Imaginons, pour simplifier que ω, par exemple, conserve une valeur constante ω_0, tandis que la résistance de charge R, varie, alors, pour que v conserve une valeur invariable v_0, il faut que la résistance d'excitation R varie de façon à satisfaire l'équation :

$$v_0 = f(\omega_0, R_1, R).$$

Or, dès que, par suite de la variation de R_1 le voltage v change, l'effet de ce changement est de modifier l'intensité du courant qui passe dans la bobine témoin A (fig. 1). Cette bobine se trouvait en équilibre sous l'action d'un système de ressorts F et de la répulsion d'un aimant réglable B. La bobine A se déplace donc et en se déplaçant produit l'embrayage d'un moteur auxiliaire, en rotation permanente à vitesse constante, avec la manette du rhéostat R. Mais la liaison est faite, suivant le cas, dans un sens ou dans l'autre ; si le voltage a baissé, l'embrayage se fait dans le sens qui diminue les résistances R, de façon à augmenter l'excitation et à ramener le voltage désiré ; si le voltage avait augmenté, l'embrayage se fût fait dans le sens inverse, qui augmente les résistances R. Admettons, pour fixer les idées, que le

Digitized by Google

voltage ait baissé ; la bobine témoin se trouvera traversée par un courant dont l'intensité i est inférieure au courant de régime i_0 et la répulsion magnétique sera moins forte. Sous l'action des ressorts antagonistes, la bobine A commence donc à s'abaisser d'une quantité que j'appelle x. C'est cet abaissement qui a produit l'embrayage. Mais aussitôt que l'embrayage s'est produit, le mécanisme défile et, en même temps que la navette du rhéostat



d'excitation se déplace, un bras portant un *dash pot* se déplace également ; il se meut d'un mouvement uniforme, produisant ainsi sur le piston placé à son intérieur une force constante qui a pour effet de remonter le point de suspension du ressort d'accroissement I) (Voir la figure.) Cette action s'effectue par l'intermédiaire d'un ressort lame encastré à l'une de ses extrémités, ressort auquel est suspendu le ressort r.

L'on peut admettre, en première approximation, que cela revient à faire agir sur la bobine A une nouvelle force p, force très petite et constante, dirigée toujours en sens inverse du déplacement x. Plus le moteur auxiliaire tourne vite, plus cette force p sera grande. Pour être exact il conviendrait de remarquer que l'entraînement par le moteur ne se fait pas d'une façon uniforme, mais par l'intermédiaire d'un pied de biche. Au lieu d'être rigoureusement constante, la force p est donc en réalité constituée par une série périodique d'impulsions égales, dont la fréquence dépend de la vitesse du moteur et augmente avec elle. Quoi qu'il en soit, la bobine A se trouve donc soumise à diverses forces : 1° la répulsion magnétique ; 2° l'action élastique de rappel proportionnelle au déplacement x ; 3° la force de rappel con-

Digitized by Google

stante p, très petite, dont nous venons d'expliquer l'origine; 4° diverses forces d'amortissement provenant des courants induits dans la carcasse de laiton de la bobine par son mouvement dans le champ magnétique fixe et par un second *dash pot* agissant directement sur le levier même qui la porte. Comme le rouage continue à défiler, peu à peu les résistances s'éliminent du circuit d'excitation, peu à peu la répulsion magnétique qui avait baissé augmente de valeur. Il arrive donc un moment où le déplacement de la bobine se fera dans le sens de la force de rappel p; dès que la bobine est en mouvement, elle tend à se rapprocher d'une position fictive d'équilibre A suivant la loi $a = (1 - e^{-at})$. Mais cette position A varie à chaque plot que franchit la manette du rhéostat, le courant d'excitation augmentant par sauts; le mouvement de rappel se trouve de plus en plus favorisé, et il arrivera un moment où le débrayage s'effectuera. Le rhéostat d'excitation, libéré alors du moteur auxiliaire, laissera la manette au repos. Le *dash pot* qui agissait sur le piston intérieur relié, comme nous l'avons expliqué, au ressort lame de fixation du ressort d'asservissement sera alors maintenu au repos; peu à peu les vitesses disparaissent, la force p cesse d'exister, il en est de même des diverses forces d'amortissement. A ce point, il se produit une épreuve : les forces agissantes sur la bobine témoin se réduisent à l'action magnétique et à la force élastique; celle-ci a repris sa valeur normale. Si donc la compensation a été correcte, si le courant d'excitation a repris une valeur voisine de sa valeur de régime, la bobine A occupe une position suffisamment voisine de sa position d'équilibre pour que l'embrayage ne se produise plus. La correction désirée a donc été opérée; que si, au contraire, le courant d'excitation i différait encore trop, soit dans un sens, soit dans l'autre de la valeur convenable i_0, le levier qui porte la bobine A basculerait et des opérations analogues à celles que nous avons décrites recommenceraient à se produire, mais avec une moindre amplitude. Il est clair que l'on aura d'autant plus de chances de ne pas voir se produire une nouvelle correction que, d'une part, la force de rappel p sera petite et que, d'autre part, l'on aura poussé plus loin la subdivision

Digitized by Google

des résistances du rhéostat de champ. Il convient que la force p corresponde à l'augmentation de l'action magnétique qui serait due au passage d'une lame à la suivante. On trouvera donc de légères différences dans la façon dont se comporte le fonctionnement du régulateur automatique suivant la température de la salle des machines, puisque la température ambiante modifie la fluidité des huiles contenues dans les *dash pots*. Pour terminer, disons que le circuit de la bobine témoin est branché aux bornes de la machine dynamo, que l'aimant réglable B est un électroaimant, dont le champ magnétique peut être réglé par l'introduction de résistances convenables dans son circuit, suivant le voltage v_0 à maintenir, qu'il y a des dispositifs spéciaux pour le cas où la manette d'un rhéostat arrive à fin de course, qu'enfin le moteur agit de la façon suivante : il produit un mouvement permanent de balancement sur un système de deux pieds de biche; quand le levier est dans sa position d'équilibre, des taquets empêchent à chaque fois les pieds de biche de venir en prise avec la denture; mais si la bobine A se déplace, le levier qui la porte fait basculer l'un ou l'autre des taquets, obligeant l'un ou l'autre des pieds de biche à actionner le rhéostat de champ, dont la manette tournera dans un sens ou dans l'autre, suivant le pied de biche qui agira.

Digitized by Google

LA TÉLÉPHONIE A GRANDE DISTANCE

Par M. Georges VIARD
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Une communication téléphonique n'est autre chose qu'un transport d'énergie : au poste de départ, des ondes sonores agissent sur un générateur spécial, le microphone, qui transforme leur énergie mécanique en énergie électrique, cette énergie électrique est transmise par la ligne; au poste d'arrivée, la plaque d'un récepteur téléphonique entre en vibration sous l'action du courant, et engendre, à nouveau, des ondes sonores de même nature que celles qui ont influencé le microphone. L'action de ces ondes sur l'oreille produit l'audition à distance des paroles prononcées devant le microphone. Cependant, deux différences se manifestent déjà, entre le problème qui se pose en téléphonie et celui du transport de l'énergie. En premier lieu, la puissance à transmettre, en téléphonie, est de quelques milliwatts, tandis qu'industriellement c'est ordinairement de centaines ou de milliers de kilowatts que l'on envisage le transport; en second lieu, en téléphonie, on ne s'attache pas seulement au rendement *quantitatif* de la transmission, mais on exige aussi de l'énergie reçue une certaine *qualité*.

Les transformations successives de l'énergie et sa transmission sur la ligne conduisent à une déformation des sons reçus; si cette déformation n'est pas trop importante, la pratique courante nous apprend que la compréhension est facile et même qu'on distingue souvent le timbre caractéristique de la voix du correspondant. Mais si la déformation dépasse une certaine limite, les paroles ne sont plus reconnaissables.

L'oreille est peu sensible aux différences de phases des diverses harmoniques d'un son complexe; elle n'apprécie que les rapports de leurs amplitudes.

Digitized by Google

Des variations notables de ces rapports d'amplitudes ne produisent pas de fortes différences entre les sensations : circonstance très favorable à la téléphonie à grande distance.

En résumé la transmission téléphonique est caractérisée par l'extrême faiblesse des puissances mises en jeu et la nécessité d'exiger de l'énergie reçue une certaine *qualité* minimum sans laquelle elle serait inutilisable.

Nous ne nous occuperons ici ni du transmetteur ni du récepteur, que nous supposons réalisés au mieux, nous étudierons seulement la ligne elle-même et les améliorations qu'on y peut apporter.

A l'origine, ce sont les télégraphistes qui furent tout naturellement amenés à appliquer l'invention de Graham Bell. Ces praticiens de la « vieille école » appliquèrent sans hésitation au problème nouveau, tout différent et plus difficile, de la téléphonie, les conclusions de leur expérience relative aux courants continus interrompus. Ils énoncèrent, en dehors de toute théorie, la loi K R qui faisait dépendre la qualité de la transmission du produit de la capacité totale de la ligne par sa résistance totale. L'inductance de la ligne, en raison de la nature variable des courants téléphoniques, leur apparut comme un ennemi.

En 1887 Vaschy (1) en France et Oliver Heaviside en Angleterre jetèrent les premiers les bases d'une théorie correcte de la transmission faisant dépendre les qualités d'une ligne de l'action combinée de ses constantes linéiques : résistance, perditance (2), inductance et capacité. Ils signalèrent l'influence heureuse que peut avoir l'inductance sur la qualité des transmissions. Ils ne

---

(1) Vaschy dans le cours des Mesures Électriques qu'il professait à cette époque à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes s'exprimait ainsi : « Plus le coefficient de self induction est grand, plus la constante d'affaiblissement est faible (se reporter aux formules). Si la longueur de la ligne est assez grande on voit que *la self induction de la ligne jouera un rôle utile*. Les formules mettent en évidence un autre avantage de la self induction qui s'oppose sur les longues lignes à l'altération du timbre du son transmis, puisqu'elle rend l'affaiblissement des divers sons simples à peu près uniforme ».

(2) Conductance des défauts d'isolement de la ligne.

Digitized by Google

précisèrent cependant pas les moyens à employer pratiquement pour réaliser l'amélioration des lignes.

Ce ne fut que douze ans plus tard, en 1899, que Michael Idvorsky Pupin, qui était non pas un praticien, mais un mathématicien, posa les principes sur lesquels s'appuie actuellement la construction des lignes *à inductance renforcée artificiellement*; lignes qui sont aujourd'hui d'un usage courant.

Beaucoup d'auteurs ont tenté de concrétiser la propagation des courants électriques sur les lignes en se servant d'analogies mécaniques; mais, pour la plupart, ces analogies relèvent de phénomènes beaucoup plus difficiles à analyser que le problème électrique lui-même; aussi ne nous apprennent-elles en général que peu de choses sur la véritable nature des faits.

Nous pensons qu'il est intéressant d'exposer aux électriciens les particularités de la transmission téléphonique, en faisant ressortir les profondes différences qui existent entre ce problème et celui du transport de l'énergie électrique à distance par courants alternatifs.

En téléphonie, le courant à transmettre a une forme aussi complexe que la voix elle-même, dont il reproduit toutes les modulations et toutes les inflexions. Les téléphonistes ont tout d'abord étudié la nature de ces courants et se sont demandé s'il n'était pas possible de trouver des courants alternatifs sinusoïdaux qui seraient transmis par les lignes avec la même facilité.

En 1910, la conférence des techniciens des téléphones, tenue à Paris, décidait de remplacer, tant pour les besoins de la théorie que pour ceux de la pratique, les courants téléphoniques par des courants sinusoïdaux de pulsation 5 000; de plus, pour tenir compte, dans une certaine mesure, de la complexité des courants téléphoniques, elle recommandait d'examiner aussi ce qui se passe pour des courants sinusoïdaux de pulsation 3 000 et 7 000.

Un autre point mérite d'être signalé.

En *téléphonie à longue distance*, il se développe une et même plusieurs ondes électriques complètes le long de la ligne. La transmission n'est pas directe, mais l'énergie est tout d'abord

Digitized by Google

cédée par le transmetteur à la ligne, le long de laquelle elle est emmagasinée dans le milieu entourant les conducteurs sous forme d'énergie électrique et d'énergie magnétique. La propagation consiste en une transformation progressive de l'énergie magnétique en énergie électrique et inversement. A l'extrémité réceptrice, il y a échange d'énergie entre la ligne et l'écouteur téléphonique. Le caractère spécial de cette transmission réside en ce que les réactions entre le générateur et le récepteur sont négligeables, chacun de ces appareils réagissant séparément sur la ligne. Les circuits téléphoniques sont donc, comme le dit Pupin, de véritables *conducteurs d'ondes*.

Dans une transmission d'énergie électrique, au contraire, la force électromotrice du générateur est surtout employée à vaincre les réactions du récepteur, l'effet de la ligne étant petit par rapport à ces réactions. De plus, la fréquence des courants employés est faible : elle est généralement comprise entre $16\frac{2}{3}$ et 60 ; dans ces conditions les longueurs d'ondes sont beaucoup plus grandes, et, actuellement encore, les distances auxquelles on transporte l'énergie correspondent même dans les cas extrêmes à moins d'un dixième de longueur d'onde.

Telles sont les profondes différences entre le problème du transport de l'énergie électrique à distance par courants alternatifs et celui du transport de l'énergie téléphonique. Les solutions sont elles-mêmes très différentes. L'examen d'une transmission téléphonique prise comme exemple fera saisir immédiatement cette différence.

Considérons un circuit de Paris à Marseille (860 km.), il est constitué par deux fils de *cuivre* de 5 millimètres de diamètre, pesant au total environ 300 tonnes et valant 750 000 francs (au prix de 2 fr. 50 le kilog.). Ces fils, qui ont chacun près de 20 millimètres carrés de section, servent à transporter quelques milliwatts seulement, et le rendement n'est pas supérieur à 5 %. La distance considérée correspond environ à deux longueurs d'ondes et demie, ce qui fait qu'à un instant donné, non seulement l'intensité du courant n'est pas égale en tous les points, mais encore qu'elle change quatre fois de sens entre Paris et Marseille.

Digitized by Google

* * *

Nous allons établir, dans ce qui suit, les principales formules relatives à la propagation sur les lignes téléphoniques indéfinies, en ne considérant que les valeurs efficaces de l'intensité et de la différence de potentiel entre la ligne et la terre en chaque point (on suppose pour plus de simplicité que l'on a une ligne avec retour par la terre). Cette méthode très simple permet néanmoins d'établir rigoureusement les propriétés des lignes et d'étudier les moyens propres à améliorer leur rendement.

Il s'agit uniquement du cas des oscillations forcées et du régime permanent.

Les qualités ou constantes d'une ligne naturelle sont : sa résistance linéique R, son inductance linéique L, sa perditance linéique G et sa capacité linéique C.

Nous nous servirons des constantes auxiliaires suivantes :

l'impédance linéique $z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$

l'admittance linéique $w = \sqrt{G^2 + C^2 \omega^2}$

le facteur de réactance $\operatorname{tg} \tau = \frac{L\omega}{R}$ d'où $\cos \tau = \frac{R}{z}$ et $\sin \tau = \frac{L\omega}{z}$

le facteur de capacitance $\operatorname{tg} \gamma = \frac{C\omega}{R}$ d'où $\cos \gamma = \frac{G}{w}$ et $\sin \gamma = \frac{C\omega}{w}$

l'angle résultant $\delta = \frac{\tau + \gamma}{2}$

La résistance et la perditance sont des qualités *dissipatives* tandis que l'inductance et la capacité sont des qualités *conservatives*. La résistance et la perditance apportent une perte d'énergie. L'inductance et la capacité influent sur le régime de la transmission, et, par suite, sur les puissances dissipées dans la résistance et la perditance : elles règlent les pertes sans les causer.

En régime permanent, l'effet produit en tout point de la ligne sera nécessairement périodique et indépendant des conditions initiales. La différence de potentiel et l'intensité ne dépendent donc que de la position du point considéré. C'est là un cas particulier du principe général de la synchronisation dans les systèmes amortis.

Digitized by Google

Nous compterons les distances à partir du récepteur dans le sens des puissances croissantes.

Nous allons d'abord établir la valeur en *tous les points* de l'impédance et du décalage. On peut considérer une ligne comme étant composée d'une succession d'éléments, identiques, infiniment petits, constitués comme l'indique la figure I. Nous savons

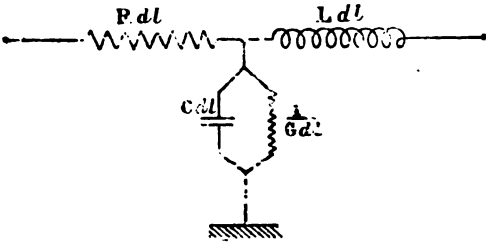


Fig. 1. — Élément de ligne.

que les lois de Kirchhoff s'appliquent comme dans le cas du courant continu à condition de traiter l'impédance linéique *complexe* ρ et l'admittance linéique *complexe* γ comme une résistance ordinaire et une conductance ordinaire.

Dans le cas d'une ligne naturelle, ces quantités ont pour expression :

$$\rho = R + i L\omega$$
$$\gamma = G + i C\omega$$

Si on appelle W la résistance apparente en un point de la ligne d'abcisse l, cette résistance sera, au point infiniment voisin d'abcisse $l + dl$, égale à :

$$W + \frac{dW}{dl} dl = W + \rho\, dl - W^2 \gamma\, dl$$

On obtient aisément cette expression en se reportant à la figure 2 et en se rappelant que le tronçon de ligne de longueur dl peut être remplacé par une résistance $\rho\, dl$ en série avec la ligne et une conductance $\gamma\, dl$ en dérivation. On en tire :

$$\frac{dW}{dl} = \rho - W^2 \gamma$$

Cette équation différentielle peut se mettre sous la forme :

$$dl = \frac{dW}{\rho - \gamma W^2}$$

Digitized by Google

sa solution est immédiate et s'écrit :

$$e^{2\sqrt{\rho\gamma}(l-l_0)} = \frac{\sqrt{\frac{\rho}{\gamma}} + W}{\sqrt{\frac{\rho}{\gamma}} - W}$$

d'où l'on tire :

$$W = \sqrt{\frac{\rho}{\gamma}} \operatorname{th} \sqrt{\rho\gamma}\,(l - l_0)$$

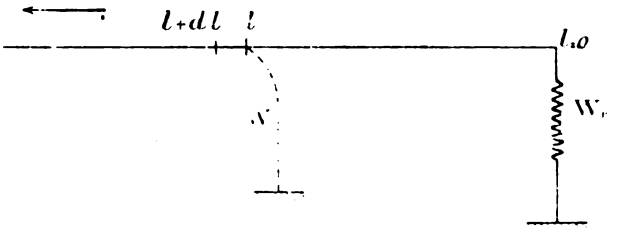


Fig. 2. — Ligne indéfinie terminée par un récepteur de résistance W_r.

Si en $l = o$ on a un récepteur de résistance W_r ; l'égalité précédente donne :

$$W = \sqrt{\frac{\rho}{\gamma}} \frac{W_r + \sqrt{\frac{\rho}{\gamma}} \operatorname{th} \sqrt{\gamma\rho}\, l}{W_r \operatorname{th} \sqrt{\rho\gamma}\, l + \sqrt{\frac{\rho}{\gamma}}}$$

Lorsque l devient très grand, W tend vers $\sqrt{\frac{\rho}{\gamma}}$ quelle que soit la *valeur finie ou infinie de* W_r ; il en est de même lorsque W_r est égal à $\sqrt{\frac{\rho}{\gamma}}$. En tous points d'une ligne indéfinie, on observe donc, dans ces cas particuliers, la même impédance qui pour cette raison a reçu le nom d'*impédance caractéristique*. L'impédance caractéristique complexe est donc donnée par la racine carrée du quotient de l'impédance linéique complexe par l'admittance linéique complexe ; dans le cas d'une ligne naturelle, elle a pour expression :

$$[Z] = \sqrt{\frac{R + i L\omega}{G + i C\omega}}.$$

Digitized by Google

L'impédance caractéristique proprement dite est le module de cette expression, c'est-à-dire :

$$Z = \sqrt[4]{\frac{R^2 + L^2\omega^2}{G^2 + C^2\omega^2}}$$

et l'angle de décalage φ est donné par la formule

$$\varphi = \frac{1}{2}\left(\text{arc tg}\frac{L\omega}{R} - \text{arc tg}\frac{C\omega}{G}\right) = \frac{\tau - \gamma}{2}$$

Ces deux quantités dépendent de la fréquence.

L'existence de l'impédance caractéristique que nous venons de démontrer entraîne comme conséquence l'identité des lois de variation avec la distance de la différence de potentiel efficace entre fil et terre et de l'intensité efficace le long d'une ligne indéfinie.

D'autre part, la puissance extérieure qu'un transmetteur peut fournir étant donnée, le régime de la transmission est *complètement déterminé*, puisque au départ on aura :

$$P_l = V_{d\,\text{eff}}\, I_{d\,\text{eff}} \cos\varphi$$

$$Z = \frac{V_{d\,\text{eff}}}{I_{d\,\text{eff}}}$$

$$\varphi = \frac{1}{2}\left(\text{arc tg}\frac{L\omega}{R} - \text{arc tg}\frac{C\omega}{G}\right)$$

Il nous est maintenant facile de calculer le *rendement* d'une section d'une ligne indéfinie.

Désignons en chaque point d'abscisse l par P la *puissance réelle transmise* et par H la *puissance magnétisante transmise*, ces quantités ont pour expressions

$$P = V_{\text{eff}}\, I_{\text{eff}} \cos\varphi$$
$$H = V_{\text{eff}}\, I_{\text{eff}} \sin\varphi$$

La *puissance* dissipée dans un élément de ligne de longueur dl situé en un point où la différence de potentiel entre fil et terre est V_{eff} et où le courant a pour intensité I_{eff} a pour valeur :

$$dP = (R\, I^2_{\text{eff}} + G\, V^2_{\text{eff}})\, dl$$

Mais puisque l'on a :

$$P = V_{\text{eff}}\, I_{\text{eff}} \cos\varphi$$

Digitized by Google

et

$$Z = \frac{V_{eff}}{I_{eff}}$$

on obtient en substituant les valeurs de V_{eff} et I_{eff} dans l'expression précédente :

$$d\,P = \left(\frac{R}{Z\,\mathrm{Cos}\,\varphi} + \frac{GZ}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\right) P\,dl$$

D'où, en séparant les variables :

$$\frac{d\,P}{P} = \left(\frac{R}{Z\,\mathrm{Cos}\,\varphi} + \frac{GZ}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\right) dl$$

et en intégrant

$$\log P - \log P_o = \left(\frac{R}{Z\,\mathrm{Cos}\,\varphi} + \frac{GZ}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\right) l$$

d'où

$$P = P_o\, e^{\left(\frac{R}{Z\,\mathrm{Cos}\,\varphi} + \frac{GZ}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\right) l}$$

P_o étant la puissance disponible en $l = o$

Les lois de variation de V_{eff} et de I_{eff} étant les mêmes et le décalage restant constant, on déduit du résultat précédent :

$$V_{eff} = V_{o\,eff}\, e^{\frac{1}{2}\left(\frac{R}{Z} + GZ\right)\frac{1}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\, l}$$

et

$$I_{eff} = I_{o\,eff}\, e^{\frac{1}{2}\left(\frac{R}{Z} + GZ\right)\frac{1}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\, l} = \frac{V_{o\,eff}}{Z}\, e^{\frac{1}{2}\left(\frac{R}{Z} + GZ\right)\frac{1}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\, l}$$

$V_{o\,eff}$ et $I_{o\,eff}$ désignant les valeurs de la différence de potentiel et de l'intensité en $l = o$.

En téléphonie, on considère généralement la quantité :

$$\beta = \frac{1}{2}\left(\frac{R}{Z} + GZ\right)\frac{1}{\mathrm{Cos}\,\varphi}$$

qui a reçu le nom de *constante d'affaiblissement* (1).

---

(1) Il paraît utile d'établir l'identité de la valeur que nous venons de trouver pour la constante d'affaiblissement avec les valeurs habituellement données dans les ouvrages.

En résolvant l'Équation des Télégraphistes, on trouve pour la constante d'affaiblissement β la valeur suivante qui a été donnée par MM. A. Blondel et G. Leroy dans « La *Lumière Électrique* » (Nos 38, 39, 43, 44 et 52 de 1910 :

Digitized by Google

Le rendement d'un tronçon de ligne de longueur l est d'après la formule qui donne P :

$$\eta = e^{-\left(\frac{R}{Z} + G Z\right) \frac{1}{\cos \varphi} l} = e^{-2 \beta l}.$$

Il dépend de Z et φ et par suite de la fréquence.

Cette expression du rendement est en apparence indépendante du régime sous lequel on effectue la transmission de l'énergie, cela tient au fait déjà signalé que ce régime est complètement déterminé par l'impédance caractéristique de la ligne.

Si au lieu de la puissance réelle, on considère la puissance magnétisante, on trouve immédiatement comme expression de sa valeur aux différents points de la ligne :

$$H = H_0 e^{\left(\frac{L \omega}{Z} - C \omega Z\right) \frac{1}{\sin \varphi} l}$$

La valeur de l'affaiblissement déduite de cette formule est :

$$\beta = \frac{1}{2} \left(\frac{L \omega}{Z} - C \omega Z\right) \frac{1}{\sin \varphi} ;$$

Un calcul simple permet de vérifier que cette nouvelle expression de l'affaiblissement a la même valeur que la première expression trouvée.

* *

Le rendement est maximum lorsque la quantité

$$\left(\frac{R}{Z} + G Z\right) \frac{1}{\cos \varphi}$$

est minimum.

$$\beta = \sqrt{z w} \cos \delta = \sqrt{\frac{1}{2} (R G - C L \omega^2) + \frac{1}{2} \sqrt{(R^2 + L^2 \omega^2)(G^2 + C^2 \omega^2)}}$$

L'expression $\frac{1}{2} \left(\frac{R}{Z} + G Z\right) \frac{1}{\cos \varphi}$ peut s'écrire

$$\frac{1}{2} \left(\frac{R}{z} + \frac{G}{w}\right) \frac{\sqrt{z w}}{\cos \varphi}$$

ou

$$\frac{1}{2} (\cos \tau + \cos \gamma) \frac{\sqrt{z w}}{\cos \varphi} = \cos \frac{\tau + \gamma}{2} \cos \frac{\tau - \gamma}{2} \frac{\sqrt{z w}}{\cos \frac{\tau - \gamma}{2}}$$

soit encore

$$\sqrt{z w} \cos \delta$$

ce qui est bien la valeur de la constante d'affaiblissement indiquée plus haut.

Digitized by Google

Pour cela, il faut que $\varphi = 0$ et que l'on ait (1) :

$$\frac{R}{Z} = G\,Z = \sqrt{R\,G}$$

Si on désigne par Z_M la valeur de l'impédance caractéristique qui correspond à l'affaiblissement minimum, on a :

$$Z_M = \sqrt{\frac{R}{G}}$$

Il n'y a pas intérêt à dépasser cette valeur de l'impédance caractéristique, c'est pourquoi on l'appelle souvent impédance caractéristique maximum.

En vertu de la valeur donnée plus haut pour Z, on voit qu'au moment du minimum de l'affaiblissement, la relation :

$$\frac{R}{G} = \frac{L\omega}{C\omega}$$

doit être satisfaite et que de plus φ doit être nul (2).

Les valeurs du rendement maximum et de la constante d'affaiblissement minimum sont :

$$\eta_M = e^{-2\sqrt{R\,G}\,l}$$

et

$$\beta_m = \sqrt{R\,G}$$

Lorsque l'affaiblissement est minimum, il ne dépend donc plus de la fréquence, ce qui signifie que la ligne à affaiblissement minimum est aussi *sans distorsion*. Ceci suppose que R, G, L et C sont *indépendants* de la fréquence ; pratiquement pour le papier et la gutta qui sont les isolants employés couramment en téléphonie, la perditance n'est pas constante : on a trouvé expé-

---

(1) Si $\varphi = o$, on a à trouver le minimum de $\frac{R}{Z} + G\,Z$ somme des deux termes dont le produit est constant. Le minimum est atteint, lorsque les deux termes sont égaux entre eux et à la racine carrée du produit.

(2) Si les quatre quantités R, G, L et C ne sont pas des variables absolument indépendantes, le raisonnement qui précède ne s'applique plus et le minimum de β n'est pas obtenu lorsque l'on a :

$$\frac{R}{G} \quad \frac{L\omega}{C\omega}$$

$$\neq \quad o$$

Digitized by Google

rimentalement que c'est le rapport $\frac{G}{C\omega}$ qui peut être considéré comme constant pour ces isolants. Les quantités R, L et C sont à peu près invariables.

Les valeurs trouvées plus haut pour V_{eff} et I_{eff} deviennent dans le cas de l'affaiblissement minimum :

$$V_{eff} = V_{o\,eff}\, e^{\sqrt{RG}\, l}$$

$$I_{eff} = I_{o\,eff}\, e^{\sqrt{RG}\, l} = V_{o\,eff}\sqrt{\frac{G}{R}}\, e^{\sqrt{RG}\, l}$$

Elles sont identiques à celles que l'on trouve dans le cas du *courant continu*.

La différence de potentiel et l'intensité étant en phase, la puissance magnétisante transmise en tout point de la ligne est nulle.

Au moment du minimum, on a $\frac{R}{Z\cos\varphi} = \frac{GZ}{\cos\varphi}$ et par suite :

$$R\, I^2_{eff}\, dl = G\, V^2_{eff}\, dl$$

ou

$$R\, i^2\, dl = G\, v^2\, dl$$

i et v étant les valeurs instantanées de l'intensité et de la différence de potentiel. Ce qui veut dire que le rendement de la ligne est maximum lorsque la puissance dissipée dans le conducteur est égale à la puissance dissipée dans le diélectrique qui l'entoure ou encore qu'à chaque instant les pertes dans le conducteur sont égales aux pertes dans le diélectrique.

Mais, lorsque le rendement est maximum, on a aussi :

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C} \text{ et } \varphi = o$$

et par conséquent :

$$\frac{1}{2} L\, i^2\, dl = \frac{1}{2} C\, v^2\, dl$$

ce qui signifie que, l'énergie magnétique et l'énergie électrique emmagasinées dans le diélectrique qui entoure le conducteur sont, à chaque instant, égales entre elles.

Digitized by Google

Le cas de l'affaiblissement minimum rappelle celui de la résonance dans un circuit. A la résonance, l'inductance et la capacité n'influent plus sur le régime qui est régi par la résistance ohmique comme s'il s'agissait de courant continu. Mais, tandis que la condition $\frac{R}{G} = \frac{L}{C}$ du minimum de l'affaiblissement est indépendante de la fréquence, celle de la résonance au contraire en dépend.

Il est naturel d'exprimer la valeur de β en fonction de l'affaiblissement minimum $\beta_m = \sqrt{RG}$ et de l'impédance caractéristique maximum.

On trouve après quelques transformations les expressions ci-dessous :

$$\beta = \beta_m \frac{\left(\frac{Z_M}{Z} + \frac{Z}{Z_M}\right)}{2} \frac{1}{\operatorname{Cos} \varphi} = \beta_m \left\{ \frac{\sqrt{\frac{\operatorname{Cos} \tau}{\operatorname{Cos} \gamma}} + \sqrt{\frac{\operatorname{Cos} \gamma}{\operatorname{Cos} \tau}}}{2} \right\} \frac{1}{\operatorname{Cos} \varphi}$$

$$= \beta_M \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\operatorname{Sin}^2 \varphi}{\operatorname{Cos}^2 \tau}}}.$$

Dans le cas où $\left(\frac{L\omega}{R}\right)^2$ et $\left(\frac{C\omega}{G}\right)^2$ sont petits devant l'unité, c'est-à-dire dans le cas d'une bonne ligne, la constante d'affaiblissement peut, avec une grande approximation, être mise sous une des formes connues suivantes, qui dérivent des précédentes :

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\beta = \beta_m \left\{ \frac{\sqrt{\frac{L_M}{L}} + \sqrt{\frac{L}{L_M}}}{2} \right\}$$

Cette dernière expression de l'affaiblissement qui a été indiquée par M. J. G. Hill est très précieuse pour le calcul pratique des lignes pupinisées (L_M est la self optima).

Pour apprécier la *distorsion*, il faut comparer les affaiblissements pour les fréquences extrêmes utiles à la bonne intelligibi-

Digitized by Google

lité de la voix. La Conférence des Techniciens des Téléphones, comme nous l'avons dit plus haut, a indiqué comme fréquences extrêmes à envisager 480 (pulsation 3 000) et 1115 (pulsation 7 000) ; la fréquence moyenne 796 correspondant à la pulsation 5 000. La différence entre les valeurs obtenues rend compte de la déformation. On peut, en effet, admettre que la forme du courant périodique complexe à transmettre est caractérisée par le rapport des amplitudes correspondant aux divers courants sinusoïdaux composants.

Soient $A_{3\,000}$ et $A_{7\,000}$ les amplitudes correspondantes aux pulsations 3 000 et 7 000, leur rapport est $k = \frac{A_{3\,000}}{A_{7\,000}}$. Après transmission sur une ligne de longueur l, les amplitudes des courants considérés sont devenues $A_{3\,000}\, e^{-\beta_{3\,000} l}$ et $A_{7\,000}\, e^{-\beta_{7\,000} l}$ et leur rapport $k\, e^{-(\beta_{3\,000} - \beta_{7\,000}) l}$.

Ce qui montre que la différence $(\beta_{3\,000} - \beta_{7\,000})$ des affaiblissements pour les pulsations 3 000 et 7 000 permet d'apprécier pratiquement la déformation.

Des définitions d'un caractère plus scientifique ont été proposées pour la distorsion, notamment par M. Breisig, mais leur usage n'apparaît pas comme indispensable.

*
* *

Il reste à examiner comment on peut améliorerer pratiquement le rendement des lignes.

Pour un élément d'une ligne ordinaire $R\, I^2_{eff} dl$ est toujours notablement supérieur à $G\, V^2_{eff} dl$. Dans le cas d'une ligne aérienne interurbaine même assez bonne, les pertes dans le cuivre sont environ dix fois plus grandes que les pertes dans le diélectrique. Pour atteindre le rendement maximum, il faut rendre ces deux quantités égales et par suite *élever la tension* et *diminuer l'intensité* comme on le fait en électrotechnique. Mais en téléphonie à grande distance, on ne peut atteindre ce résultat qu'en augmentant l'impédance caractéristique de la ligne, puisque le régime de la transmission est déterminé uniquement par cette quantité.

Digitized by Google

Dans certains cas *exceptionnels* (câbles utilisés en télégraphie militaire pour la construction des lignes de campagne, par exemple) l'augmentation de la self-induction serait néfaste, car l'isolement est si défectueux, que la puissance dissipée dans le diélectrique est déjà supérieure à celle dissipée dans le cuivre.

Dans tous les cas pratiques on a $\frac{R}{G} > \frac{L\omega}{C\omega}$. Les qualités dispatives d'une ligne dépendent de la quantité de cuivre et de la quantité et de la qualité de l'isolant employé, c'est-à-dire de son prix, nous les supposerons donc choisies et nous chercherons les conditions de meilleure utilisation des matériaux employés.

Le problème revient à chercher comment on peut augmenter la valeur du rapport de la réactance à la capacitance linéiques de façon à satisfaire à la condition $\frac{R}{G} = \frac{L\omega}{C\omega}$, R et G restant fixes.

On ne peut guère songer, aussi bien dans le cas des câbles que dans le cas des lignes aériennes, à diminuer *directement* la capacité ; au contraire, il est relativement simple d'augmenter l'inductance linéique, d'une quantité $\mathcal{L}$ telle que :

$$\frac{R}{G} = \frac{L_n + \mathcal{L}}{C}$$

L_n représentant l'inductance naturelle de la ligne considérée.

Deux procédés peuvent être employés pour réaliser pratiquement cette augmentation de l'inductance.

Le premier connu sous le nom de *krarupisation* du nom de l'ingénieur danois Krarup qui le mit en œuvre, consiste à augmenter la perméabilité de l'espace entourant les conducteurs en enroulant en spires jointives, autour des fils de cuivre, qui constituent le circuit, un fil de fer doux oxydé, dont le diamètre est de 2 à 3 dixièmes de millimètres.

Le second procédé, que l'on désigne sous le nom de *pupinisation* a été indiqué par le Docteur Pupin, qui signala que l'inductance additionnelle peut, sans inconvénient, être produite par des bobines de self-induction intercalées à intervalles réguliers dans le circuit, à condition toutefois que ces bobines ne soient pas trop espacées entre elles. Il énonça à ce sujet la règle d'espacement qui porte son nom.

Digitized by Google

Pratiquement, une dizaine de bobines par longueur d'onde suffisent très amplement.

Puisque des raisons de construction limitent la diminution possible de la capacité linéique, on peut chercher à agir sur la capacitance. Si l'on pouvait ajouter en dérivation entre le conducteur et la terre une inductance répartie égale à A par unité de longueur, la capacitance apparente diminuerait et deviendrait $C\omega - \frac{1}{A\omega}$. En s'arrangeant pour donner à A une valeur telle que l'on ait :

$$\frac{R}{G} = \frac{C\omega - \frac{1}{A\omega}}{L\omega} = \frac{C - \frac{1}{A\omega^2}}{L}$$

on atteindrait l'affaiblissement minimum.

Il n'est pas possible de réaliser pratiquement une dérivation inductive répartie ; mais on peut brancher comme l'a proposé le professeur S. P. Thomson, des shunts inductifs à intervalles réguliers entre le conducteur et la terre. On démontre alors, que dans le système Thomson la localisation de la self est, de même que le système Pupin, sans inconvénient à condition toutefois que les shunts ne soient pas trop espacés.

Thomson a également proposé d'intercaler des transformateurs de rapport 1 dans la ligne. Théoriquement, cette méthode est, pour des transformateurs sans *perte*, équivalente à la précédente, ou à la combinaison des systèmes Pupin et Thomson. Un transformateur sans perte et *sans fuite* magnétique peut en effet être remplacé par un shunt inductif et un transformateur sans perte avec fuites magnétiques est équivalent à trois inductances, deux montées en série avec le conducteur et l'autre en dérivation entre le milieu des deux précédentes et la terre.

Lorsqu'on aborde le problème de la réalisation technique le calcul se complique un peu. On ne peut, en effet introduire, comme nous l'avons supposé, de self sans ajouter en même temps de la résistance.

Dans le système Pupin, en augmentant L on augmente en même temps R et dans le système des shunts inductifs, on aug-

Digitized by Google

mente G ; R et C ne peuvent donc plus en toute rigueur être considérés comme fixes, mais deviennent des fonctions de L ou de A. Les bobines de self-induction utilisées en téléphonie sont peu résistantes, normalement, cette résistance est de 50 ohms par henry, pour la fréquence 800 ; mais on peut descendre jusqu'à 25.

Le fait de la localisation de la self dans les systèmes Pupin et Thomson vient encore, dans la théorie complète, compliquer un peu les calculs.

Quoi qu'il en soit, la méthode précédente suffit à l'étude du rendement des lignes et des différents procédés permettant d'améliorer ce rendement.

On construit actuellement beaucoup de lignes pupinisées, soit dans le but d'économiser du cuivre dans le cas des lignes de moyenne longueur, soit dans le but d'augmenter la portée limite du téléphone.

La krarupisation ne peut s'appliquer qu'aux câbles, elle est très coûteuse par rapport à la pupinisation, aussi n'y recourt-on que dans des cas très particuliers.

Les systèmes Thomson : shunts inductifs ou transformateurs, n'ont pas reçu d'application ; ils ne sont pas plus avantageux que les précédents et présentent des inconvénients pratiques que n'ont pas ceux-ci.

Digitized by Google

Vérification expérimentale d'une formule de la théorie des radiocommunications

Par M. BOUTHILLON
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

La théorie des radiocommunications conduit, dans le cas où l'on suppose la terre plane et parfaitement conductrice, l'atmosphère parfaitement diélectrique et pour les distances supérieures à quelques longueurs d'onde, à l'expression suivante de l'intensité efficace du courant à la base de l'antenne de réception :

$$I_r = 4\pi\Omega \frac{1}{\rho} \frac{h_e\, h_r}{\lambda d} \frac{1}{\sqrt{1+\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}} I_e. \quad (1).$$

ou les les lettres représentent les grandeurs suivantes :

I_r le courant à la base de l'antenne de réception ;

I_e le courant à la base de l'antenne d'émission ;

Ω la vitesse de la lumière ;

ρ la résistance de l'antenne de réception, y compris la résistance de rayonnement ;

ε_1 le décrément logarithmique d'amortissement de la transmission ;

ε_2 le décrément logarithmique d'amortissement de l'antenne de réception ;

λ la longueur d'onde ;

d la distance des deux antennes ;

h_e la hauteur efficace de l'antenne d'émission ;

h_r la hauteur efficance de l'antenne de réception.

La formule précédente se transforme en la suivante, si l'on

Digitized by Google

exprime les résistances en ohms et intensités en ampères, les longueurs restant exprimées en centimètres et les vitesses en centimètres par seconde :

$$I_r = 377 \frac{1}{\rho} \frac{h_e \, h_r}{\lambda \, d} \quad \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\delta_1}{\delta_2}}} I_e \quad (2)$$

Même si l'on suppose les couches supérieures de l'atmosphère imparfaitement diélectriques, cette formule doit s'appliquer dans le cas de la transmission sur mer à faible distance.

La proportionnalité du courant aux hauteurs efficaces a été bien vérifiée par des expériences de W. Duddell et J.-E. Taylor (1), L.-W. Austin (3), H. de Bellescize (4) ; la proportionnalité des deux courants d'émission et de réception a été également confirmée, ainsi que l'influence de la résistance.

Les expériences de W. Duddell et J.-E. Taylor et du commandant Tissot (2) ont également montré qu'à faible distance l'intensité à la base de l'antenne d'émission est en raison inverse de la distance des deux stations.

La valeur du facteur numérique n'a pas été jusqu'ici déterminée par l'expérience d'une façon suffisamment sûre. Barkhausen (5) a montré que des hypothèses vraisemblables sur les données des expériences de L.-W. Austin permettent de retrouver le nombre 377. D'autre part, les données des expériences de W. Duddell et J.-E. Taylor sont trop incomplètes pour qu'on puisse en tirer aucune déduction sur la valeur de ce facteur.

Il semble intéressant de montrer que des expériences de M. le commandant Tissot sont de nature à apporter une précieuse contribution à l'étude de cette question. Ces expériences, quoique déjà anciennes, ont été faites avec un tel soin, et toutes les données en ont été publiées avec une telle précision qu'il est possible de calculer le facteur numérique de la formule (2) avec une grande approximation.

Les antennes d'émission et de réception comportaient un seul fil vertical de 50 mètres de hauteur et de 0 m. 004 de diamètre.

L'antenne d'émission était disposée sur un navire ; l'émission était directe. Le courant mesuré à la base de l'antenne était

Digitized by Google

$$I_r = 0{,}95 \text{ Ampère.}$$

L'antenne de réception était à terre. A sa base était intercalé un bolomètre, de résistance ρ, égale à 17, 5 ohms. Le courant reçu à la base de l'antenne était

$$I_r = 1{,}5.\ 10^{-3} \text{ Ampère.}$$

La longueur d'onde était de 210 mètres.

La distance des stations était 1.700 mètres.

Le décrément d'amortissement des émissions ε_1 était

$$\varepsilon_1 = 0{,}24$$

La capacité des antennes était 300 centimètres.

Évaluons les différentes grandeurs qui entrent dans la formule (2). La résistance ρ de l'antenne de réception se compose de la résistance ohmique, qui est presque tout entière concentrée dans le bolomètre

$$\rho_1 = 17{,}5 \text{ ohms}$$

et de la résistance de rayonnement. L'antenne de réception étant égale à celle d'émission, et l'émission étant directe, la répartition du courant est sinusoïdale dans les deux antennes, et la résistance de rayonnement a pour expression :

$$\rho_2 = 160\ \pi^2 \left(\frac{2}{\pi}\ \frac{H}{\lambda}\right)^2$$

H étant la hauteur de l'antenne — soit dans le cas particulier

$$\rho_2 = 160\ \pi^2 \left(\frac{2}{\pi}\ \frac{50}{210}\right)^2 \qquad \rho_2 = 36{,}5 \text{ ohms.}$$

D'où $= \rho = \rho_1 + \rho_2 = 36{,}5 + 17.5 = 54$ ohms.

Les hauteurs efficaces h_e h_r étaient, la répartition étant sinusoïdale

$$h_e = h_r = \frac{2}{\pi} H$$

$$h_e = h_r = \frac{2}{\pi} 50 \text{ mètres.}$$

Il reste à calculer l'amortissement de l'antenne de réception. Il est donné par la formule

Digitized by Google

$$\delta_2 = \frac{\rho}{2\,n\,L}\,\frac{\pi}{2}$$

n étant la fréquence, et L la self à basse fréquence (La self équivalente avec répartition sinuoïdale est $L \times \frac{2}{\pi}$).

La self-induction L se déduit de la valeur de la capacité C mesurée directement

$$C = 300 \text{ centimètres}$$

par le formule $CL = l^2$ (Cl et l étant exprimés en centimètres) qui est exacte pour une répartition simusoïdale du courant dans l'antenne.

On en déduit

$$L = \frac{\overline{5.\ 0^3}}{300} = 0{,}833.\ 10^5 \text{ centimètres}$$

$$L = \qquad = 0{,}833.\ 10^{-4} \text{ Henry.}$$

D'ailleurs

$$n = \frac{\Omega}{\lambda} = \frac{3.10^{10}}{2.10.10^3} = \frac{10^6}{0.7}$$

Remplaçons, dans l expression (2) δ_r, ρ, L, n, par leurs valeurs, il vient :

$$\delta_2 = \frac{54.\ 0{,}7.\ \quad \pi}{2.\ \ 10^6.\ 0.833.\ 10^{-4}.\ 2}$$

$$\delta_2 = 0{,}356$$

et enfin, nous obtenons pour la valeur du coefficient numérique de la formule

$$K = \frac{I_r}{I_e}\,\frac{\rho\,\lambda\,d\,\sqrt{1+\frac{\delta_1}{\delta_2}}}{h_e\,h_r}$$

$$K = \frac{1.5.10^{-3}}{0{,}95}\,\frac{54.210.1700\sqrt{1+\frac{0{,}24}{0{,}356}}}{\left(\frac{2}{\pi}50\right)^2}$$

$$K = 390.$$

Cette valeur, est parfaitement d'accord, eu égard au degré de précision des expériences avec la valeur théorique 377.

Digitized by Google

Les expériences de M. le commandant Tissot peuvent donc être considérées, comme permettant, beaucoup mieux que celles qui ont été faites depuis, une vérification de l'importante formule I, qui est la base de toute théorie des communications par ondes électromagnétiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. W. Duddell et J.-E. Taylor. Wireless Telegraphy Measurements. *Journal of the Institution of electrical engineers.* Vol. 35, p. 321. 1905.
2. C. Tissot. Sur la résonance des systèmes d'antennes dans la télégraphie sans fil. Paris, 1906.
3. L.-W. Austin. Some quantitative experiments in long distance radiotelegraphy. *Bulletin of bureau of standards.* Vol. 7, n° 3. 1911.
4. H. de Bellescize. Prédétermination du rayonnement d'une antenne. Lumière électrique. 2 mai 1914 ; p. 566.

. H. Barkhausen. Théorie der gleichzeiteigen Messung vom Sende und Empfangstrom. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie.* Vol. 5, p. 261. 1912.

Digitized by Google

MÉTHODE D'EXPLOITATION DES
Lignes Téléphoniques Interurbaines

PAR M. LEVEAU
Chef du Poste Central téléphonique interurbain de Paris.

L'outillage du réseau téléphonique interurbain représente un capital énorme qu'il faut s'efforcer de rendre productif. Puisque le revenu dépend du nombre des communications données, il importe de fixer, en vue de leur application, les méthodes susceptibles d'augmenter le rendement des circuits.

A la base nous poserons ce principe : *c'est qu'il ne faut donner à une opératrice qu'un nombre très faible de circuits à desservir.* Ce nombre ne saurait être déterminé par le temps moyen que met la téléphoniste pour établir une communication ; on conçoit facilement que deux ou trois conversations peuvent prendre fin en même temps et que, dans cette alternative, l'opératrice ne réutilisera d'abord qu'un circuit, puis ensuite un second et enfin le troisième, de sorte qu'il y aura du temps perdu sur la deuxième et sur la troisième ligne.

Il n'existe pas de règle absolue pour déterminer le nombre de circuits qu'il faut donner à la même employée, mais on peut indiquer un moyen pratique qui permet, par tâtonnements, cette détermination.

Considérons les relations téléphoniques interurbaines entre Paris et Lille, par exemple, relations assurées avant la guerre au moyen de 11 circuits. En vue de déterminer le nombre d'employées nécessaires pour exploiter ces lignes, on peut procéder de la façon suivante :

Digitized by Google

Pendant un jour ou deux, on donne un seul circuit à une opératrice et on relève le nombre moyen de communications échangées sur le circuit aux heures de trafic intense. Le jour suivant on adjoint une seconde ligne, si le nombre moyen horaire des communications par circuit reste le même, on ajoute une troisième ligne ; si avec cette nouvelle charge le nombre des communications par circuit, précédemment trouvé, est en diminution, on admet que l'opératrice ne peut desservir que deux lignes.

A l'appui du principe indiqué, on peut citer les résultats d'expériences faites justement sur les circuits Paris-Lille en 1910.

Les 6 lignes entre Paris et Lille étaient réparties, à cette époque, au Poste Central Interurbain, sur 2 tables qui recevaient en outre un circuit de Dunkerque et 2 circuits de Douai. A Paris, l'une des téléphonistes desservait 5 circuits, l'autre 4. La moyenne journalière des communications échangées entre Paris et Lille était de 535 unités de conversation.

La répartition des circuits fut faite à Paris et à Lille sur 3 tables, 2 circuits par table, à l'exclusion de toute autre ligne. Dans la même semaine, la moyenne journalière des unités de conversation échangées entre Paris et Lille passait de 535 à 775, soit un accroissement de rendement de 40 unités par circuit et une augmentation des recettes journalières de : $0{,}75$ (1) $\times$ (775-535) = 180 francs.

La nouvelle répartition avait eu pour effet d'augmenter le personnel de 8 unités, 4 à Paris et 4 à Lille, mais la plus-value des recettes était de trois à quatre fois supérieure à l'augmentation des dépenses. La mesure eut aussi pour effet de mettre en relief un phénomène économique que nous avons vu se produire bien des fois : les communications étant données avec une attente moindre et établies plus sûrement, il y eut plus de demandes et la moyenne journalière augmenta encore rapidement pendant un certain temps.

Les mêmes expériences furent faites plus tard sur Rouen et

(1) Taxe de l'unité de conversation.

Digitized by Google

sur le Havre, des résultats identiques furent obtenus. Plus récemment, le dédoublement de la table Paris-Bruxelles donnait une augmentation journalière de 30 unités de conversation, soit une plus-value dans les recettes de 90 francs par jour, correspondant à une augmentation de personnel de 4 unités, 2 à Paris, 2 à Bruxelles.

A un point de vue plus général, nous indiquerons que la mise en service au Poste Central Interurbain, de 11 nouvelles tables qui portait le nombre de ces tables de 105 à 116, fut, dès le lendemain, la cause d'un accroissement de la moyenne journalière de 500 unités de conversation, le nombre des circuits exploités restant le même. Les mêmes constatations furent faites en février 1912, lors de la mise en service de nouvelles tables interurbaines.

Enfin le mois de mars 1913 accusait une augmentation brusque du trafic de 150.000 unités par comparaison au mois précédent. Cette date correspond au transfert du Service Interurbain de la rue du Louvre à la rue des Archives, où il fut possible d'utiliser 150 tables du nouveau meuble en remplacement des 134 tables de l'ancien. Toutefois il ne serait pas exact d'attribuer, dans son intégralité, l'accroissement du trafic aux 16 tables supplémentaires, l'outillage perfectionné avait aussi, pour sa part, contribué au meilleur rendement.

Le tableau ci-après indique la progression dans le nombre des communications échangées au Poste Central Interurbain du 1er janvier 1912 au 31 juillet 1914.

On y voit que le rendement moyen journalier par circuit, sur l'ensemble des circuits, est en progression constante : de 75 unités en juillet 1912, il atteint 90 en juillet 1914.

Digitized by Google

Mois	1912			1913			1914		
	Nombre des circuits	Moyenne des communications échangées par jour ouvrable	Total des communications échangées dans le mois	Nombre des circuits	Moyenne des communications échangées par jour ouvrable	Total des communications échangées dans le mois	Nombre des circuits	Moyenne des communications échangées par jour ouvrable	Total des communications échangées dans le mois
Janvier	471	28.850	806.181	509	32.700	890.728	561	41.500	1.141.999
Février	472	30.386	786,274	507	34.250	842.393	563	43.856	1.105.869
Mars	474	32.012	870.930	517	38.235	1.025.533	570	44.355	1.225.128
Avril	475	34.600	915.238	524	38.827	1.054.352	575	48.922	1.297.380
Mai	473	35.250	948.709	530	41.770	1.119.758	578	50.300	1.352.923
Juin	476	36.150	959.041	537	42.900	1.137.189	580	51.240	1.363.852
Juillet	482	36.000	984.415	540	43.800	1.199.279	589	52.900	1.456.077
Août	485	32.960	899.301	542	38.665	1.078.198	État de guerre		
Septemb.	492	35.550	935.963	545	42.958	1.164.768		«	
Octobre	497	35.270	995.270	551	44.120	1.244.274		«	
Novemb.	500	33.700	894.648	554	42.165	1.091.035		«	
Décembr.	503	33.336	855.657	558	41.450	1.141.783		«	
Totaux	...	.....	10.851.627	...	.....	12.989.290	...	.....	8 943.228 pr 7 mois

Rendement moyen des circuits par jour ouvrable.

	1912	1913	1914		1912	1913	1914
Mois de Janvier. .	61	65	74	Mois de Juillet. . .	75	81	90
« Février. .	64	67	78	« Août . . .	68	71	guerre
« Mars. . .	67	74	78	« Septembre	72	79	«
« Avril. . .	73	74	85	« Octobre . .	71	80	«
« Mai. . . .	74	79	87	« Novembre.	67	77	«
« Juin . . .	76	80	88	« Décembre .	66	74	«

On trouverait une augmentation plus importante si la moyenne avait été établie en ne considérant que les circuits à grande distance, sans y comprendre les circuits suburbains. C'est en effet sur les lignes à taxe unitaire élevée que nous nous sommes efforcés d'appliquer le principe énoncé. Nous l'avons fait dans la mesure du possible, mais, dans bien des cas, nous nous sommes heurtés au refus très net des bureaux correspondants qui déclaraient, le plus souvent, qu'ils n'avaient pas le personnel nécessaire ou quelquefois aucune table interurbaine disponible.

L'exploitation industrielle, inconciliable avec de semblables

Digitized by Google

difficultés, tendrait, tout au moins pour les lignes dont la construction a exigé un capital énorme, à obtenir un rendement de 20 unités de conversation de 3 minutes, à l'heure.

Peut-on atteindre cette perfection? Il y a des pertes de temps qu'il est difficile d'éviter, mais nous pensons que l'on peut se rapprocher beaucoup de ce rendement théorique en ne donnant qu'un ou deux circuits à la même opératrice et en appropriant au télégraphe le ou l'un des deux circuits pour l'inscription des demandes et l'échange, entre téléphonistes, des conversations nécessaires pour la préparation des communications téléphoniques.

La méthode d'exploitation avec utilisation de l'appropriation est la suivante : *la même opératrice est à la fois télégraphiste et téléphoniste.* Pendant le cours d'une communication téléphonique, la correspondante appelle au Morse sur le circuit approprié, l'appel est reçu dans un relais qui allume une lampe destinée à attirer l'attention de l'opératrice. Il suffit à cette dernière d'abaisser une clé spéciale pour recevoir dans son récepteur téléphonique la transmission télégraphique. On peut aussi, non seulement faire inscrire les appels en instance, mais préparer sûrement la communication suivante afin que les abonnés soient mis en présence dès que la communication en cours a pris fin.

On comprendra mieux l'avantage de cette méthode en signalant l'une des causes qui fait perdre le plus de temps dans l'utilisation des circuits. Supposons une communication établie sur le circuit Paris-Nice. L'opératrice de Paris, pendant la durée de la conversation en cours, prépare la communication suivante ; elle appelle le demandeur du premier appel en instance pour le prévenir qu'il va être mis en communication, puis elle bloque la ligne de cet abonné. Nice procède de même, mais il arrive très fréquemment que l'une ou l'autre des deux opératrices trouve la ligne de son abonné occupée. Dans ce cas, ce n'est qu'à la fin de la conversation, en cours sur le circuit, qu'elle peut aviser sa collègue de préparer une autre communication. Le circuit Paris-Nice reste dès lors inoccupé pendant tout le temps que dure la nouvelle préparation.

Digitized by Google

Avec l'appropriation, dès que l'une des deux opératrices constate que la ligne de son abonné n'est pas libre, elle avise au Morse sa correspondante et, d'un commun accord, elles préparent la communication suivante. Un code d'abréviations conventionnelles est utilisé pour réduire autant que possible les signaux Morse.

L'écueil de cette méthode réside uniquement dans le manque d'aptitudes de certaines téléphonistes pour la transmission Morse et la lecture au son, mais on trouve cependant, assez facilement, parmi les jeunes employées, les unités nécessaires susceptibles de se perfectionner et de devenir de bonnes télégraphistes.

A défaut de l'utilisation de l'appropriation, il existe une autre méthode d'exploitation dite l'*attention continuelle*, qui donnerait aussi d'excellents résultats au point de vue rendement des lignes. Appliquée en Angleterre, elle ne pourra l'être en France tant que le règlement qui interdit aux téléphonistes d'écouter les conversations ne sera pas modifié.

Dans cette méthode d'exploitation, après la mise en présence des correspondants, les opératrices des bureaux de départ et d'arrivée coupent leur microphone et restent en écoute sur la ligne afin d'utiliser le circuit pour une autre communication dès que la conversation est terminée.

L'*attention continuelle* permet de négliger les signaux de fin de conversation et de supprimer les appels sur le circuit, conditions avantageuses pour une plus complète utilisation des lignes, si on tient compte des considérations suivantes :

D'une part, un grand nombre des communications n'occupent pas le circuit pendant une période complète de l'unité de conversation (3 minutes) ; les signaux de fin sont donnés par les correspondants. Or, lorsque ceux-ci sont reliés à leur poste central par l'intermédiaire d'un standard, la fin n'est pas toujours donnée ou elle est donnée tardivement par le préposé au standard. A défaut du signal de fin, la téléphoniste interurbaine ne rentre en ligne qu'à l'issue de la période.

D'autre part, l'intensité du courant d'appel à l'arrivée variant

Digitized by Google

avec l'état de la ligne, la réception des appels est parfois précaire et nécessite un réglage assez fréquent des relais d'appel. De plus, on constate souvent que l'opératrice, distraite par la tenue de son procès-verbal, reste un temps appréciable avant d'apercevoir le signal d'appel et, lorsqu'elle le voit, elle a une tendance à continuer pendant plusieurs secondes le travail d'écritures commencé. On peut admettre qu'avec l'appel par conversation, elle répond, instinctivement dès la demande.

Nous terminerons cette rapide revue des mesures propres à augmenter le revenu des lignes en examinant la possibilité d'augmenter éventuellement le rendement du personnel d'exploitation par l'attribution de primes.

Différents rapporteurs des budgets des Postes et des Télégraphes ont signalé l'intérêt que présenterait l'affectation de crédits qui pourraient être distribués au personnel sous forme de primes au rendement.

En février 1912, l'Administration mettait le projet à l'étude. Elle demandait d'étudier cette question tant en ce qui concerne le taux et le nombre de primes à accorder que les conditions dans lesquelles ces primes pourraient être attribuées, aussi bien aux téléphonistes urbaines qu'aux téléphonistes interurbaines.

Les primes éventuelles, qu'elles soient réalisables pour l'ensemble ou pour une partie des catégories d'opératrices, doivent répondre aux conditions suivantes : leur base doit être simple, facile à contrôler, à l'abri des fraudes et susceptible de tenir le personnel en haleine. Elle doit aussi avoir pour résultat une dépense suffisante pour être efficace, mais qui ne soit cependant pas de nature à grever outre mesure le Trésor et à avantager d'une façon injustifiée les catégories auxquelles s'appliqueraient les primes par rapport à celles qui n'en bénéficieraient pas.

Un examen approfondi de la question conduisit à cette conclusion que, l'attribution de primes, dans les bureaux urbains, présentait des difficultés d'application considérables, mais que le système pouvait être mis à l'essai dans les relations interurbaines.

De nombreuses solutions, qui ne sauraient être exposées ici,

Digitized by Google

furent étudiées avec un soin minutieux et soumises à l'approbation de l'Administration. Celle qui fut adoptée était basée notamment sur les considérations suivantes :

La prime n'était susceptible d'être attribuée qu'aux heures de trafic intense, c'est-à-dire de 8 heures à midi et de 14 heures à 18 heures. Le nombre minimum des communications horaires, à partir duquel la prime devait être donnée, était fixé pour chaque grand circuit ou plutôt pour l'ensemble des circuits entre Paris et le bureau correspondant, d'après les constatations ci-après :

Nous avions suivi, minute par minute, pendant plusieurs jours, l'exploitation des circuits intéressés. Tous les incidents ayant fait perdre du temps avaient été notés. Bien que de nature assez différente, ces incidents pouvaient être classés en deux catégories : ceux qui auraient pu être évités et ceux qui étaient indépendants de la volonté des opératrices placées aux deux extrémités du circuit.

Dans la première catégorie, on trouvait assez souvent : Sonné le poste...X... minutes; abonné demandé se fait attendre... X... minutes. Il est évident que ces pertes de temps pourraient être évitées si l'attention des opératrices était plus soutenue et si la préparation des communications était faite avec plus de soin.

Les difficultés classées dans la seconde catégorie, telles que communication annulée pour audition défectueuse, attendu tel... au delà ; étaient indépendantes de la volonté des deux téléphonistes.

C'est donc le temps perdu par suite des incidents de la première catégorie qui devait être considéré comme un manque à gagner et le chiffre du nombre horaire des communications était fixé en vue de rattraper ce temps perdu.

En résumé, la prime n'avait pas pour effet d'imposer aux téléphonistes un surcroît de travail, mais seulement de récompenser leur habileté professionnelle et de stimuler leur attention dans l'exécution de leur service.

Dans le courant du mois de juillet 1914, l'Administration faisait connaître que la loi de finances de l'exercice en cours comportait un crédit de 5.000 francs destiné à permettre, à titre

Digitized by Google

d'essai, l'attribution de primes de rendement, sur quelques circuits à grand trafic, aux opératrices de Paris et à leurs correspondantes. L'expérience devait être commencée à partir du 1er septembre.

L'état de guerre ayant eu pour effet de suspendre les communications interurbaines à partir du 2 août, l'expérience n'a pu être faite. Il sera intéressant, par la suite, de reprendre cet essai.

Digitized by Google

LE TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE

en Italie[1].

Un important rapport concernant l'introduction à Rome du système automatique, a été publié par le Comité Technique de l'Administration Italienne.

Ce rapport envisage l'exploitation du système depuis son installation (1er novembre 1913) dans un bureau de Rome, dont l'équipement est de 2.000 lignes ; le tiers de ce bureau est équipé en semi-automatique.

Le fonctionnement de cette installation a donné lieu aux constatations suivantes :

« Les résultats techniques ont été tout à fait satisfaisants ; le public n'a éprouvé aucune difficulté pour l'usage des appareils et s'est montré très favorable au nouveau système ; de plus, il a exprimé nettement sa préférence pour l'automatique plutôt que pour le semi-automatique. Le nombre des dérangements est notablement inférieur à ceux qui se produisent dans le système manuel. La nature de ces dérangements permet presque toujours de les relever immédiatement sans grandes difficultés. Les appareils d'abonnés sont d'un fonctionnement sûr et robuste et ceux du central beaucoup moins délicats qu'on pouvait le craindre tout d'abord. »

« Toutes les réclamations concernant le service de transit à destination du bureau de Crociferi, étaient complètement justifiées. Elles sont dues en grande partie aux conditions dans lesquelles se trouve ce bureau ; elles n'auraient pas eu lieu si

(1) Extrait de l'*Elettricista*, 1915.

Digitized by Google

l'automatique avait été étendu à tout le réseau et auraient été atténuées si le bureau manuel de Crociferi avait été à batterie centrale ».

En ce qui concerne les dépenses, le Comité s'exprime ainsi : « Le Comité a voulu examiner le résultat financier de l'exploitation, considérant, en premier lieu, l'état actuel du bureau automatique (Prati) et du bureau manuel (Crociferi). Quoique cet état ne réponde pas aux meilleures conditions et que l'on ait procédé avec la plus grande prudence à l'évaluation des dépenses relatives au système automatique existant et de celles concernant le bureau manuel à batterie centrale qui le remplacerait dans les mêmes conditions, la comparaison est nettement favorable à l'automatique et au semi-automatique tels qu'ils existent actuellement. »

« Le Comité procéda ensuite à l'examen des deux systèmes, dans le cas où le bureau serait d'un type moderne à batterie centrale et dans celui où tout le réseau serait complètement équipé en automatique. Naturellement, dans ce deuxième cas, l'avantage du nouveau système ressort encore plus nettement. »

« Enfin on essaya de se rendre compte de l'influence qu'avait l'introduction de la conversation taxée qui, en abaissant sensiblement le nombre moyen de conversations journalières, produit une plus grande diminution des frais annuels pour le manuel que pour l'automatique. Cette étude fit ressortir que c'est seulement lorsqu'on descend à six ou sept communications par jour, que l'automatique perd son avantage sur le manuel ; mais il est certain qu'à Rome, dans aucun cas, on n'atteindra cette limite inférieure de trafic. C'est ce qui explique que la comparaison économique soit favorable à l'automatique dans tous les cas prévus pour le réseau de Rome. »

« Le Comité ne peut dire à l'avance ce que l'on obtiendrait d'une transformation complète du réseau et de son extension, mais il est convaincu que, si l'on veut tirer du nouveau système tous les avantages qu'il permet, il faut encore tenir compte de la grande facilité de décentralisation que procure l'automatique, et qui peut conduire à une économie considérable. »

Digitized by Google

Ces études ont une grande importance parce qu'elles tracent la voie à suivre pour la réorganisation du réseau urbain de Rome.

L'introduction à Rome du système automatique répond à une opportunité technique et économique évidente.

Si les grands centraux manuels, projetés pour Rome et Gênes, et dont on avait passé les contrats pour 9.350.000 francs, avaient été exécutés, il ne pourrait être question aujourd'hui de l'introduction de l'automatique en Italie, parce que l'Administration ne pourrait pas remplacer un système par un autre après un temps si court.

La tendance à transformer les réseaux téléphoniques manuels en automatiques, qui va de plus en plus en s'accentuant, ne peut être mise en doute. L'Allemagne, l'Autriche, la Suisse, l'Angleterre, la Hollande, la Suède, la France, ont déjà quelques installations automatiques en service ou prêtes à fonctionner. En Amérique, ce système est appliqué dans beaucoup de réseaux importants et il est certain qu'il représente l'avenir en téléphonie.

Les objections contre le système automatique étaient de diverses natures et de diverses importances : l'une était que les abonnés n'accueilleraient pas favorablement le changement de système et qu'ils éprouveraient une grande difficulté pour la manœuvre du cadran, ce qui entraînerait des erreurs.

Le Comité technique indique qu'en ce qui concerne l'expérience du bureau automatique Prati, de Rome, 94,9 % des abonnés sont satisfaits de l'automatique et du semi-automatique, 5, 1 % ne sont pas satisfaits, 13 % se plaignent du service d'intercommunication avec le bureau de Crociferi. Ce dernier comporte un commutateur manuel très imparfait, comprenant un meuble vertical Western pour 6,500 abonnés et un meuble horizontal Siemens pour 3,500 abonnés.

La manœuvre du disque a donné lieu à un maximum d'erreurs de 1, 18 %, en moyenne, dans les premiers temps de fonctionnement du système et à un minimum 0,37 %, chiffre qui est encore descendu ; ces pourcentages comprenant également les erreurs dues aux téléphonistes du semi-automatique.

On objectait également qu'il y aurait au Central et chez les abonnés, un plus grand nombre de dérangements rendant l'en-

Digitized by Google

tretien plus important et plus coûteux, et, en même temps le service moins satisfaisant. Or, le pourcentage des erreurs est nettement en faveur de l'automatique, pour lequel il est de 89 %, c'est-à-dire inférieur à celui du manuel ; le pourcentage des dérangements au central automatique est de 27 à 53 % inférieur à celui relevé au central manuel.

La première partie du rapport affirme :

a) Que le développement de l'installation et l'exploitation du service ont été réguliers ;

b) Que le public n'a rencontré aucune difficulté ;

c) Qu'il a accueilli avec satisfaction le service automatique et a marqué sa préférence pour l'automatique pur plutôt que pour le semi-automatique ;

d) Que les inconvénients concernant l'intercommunication avec Crociferi étaient surtout dus au mauvais état de ce central manuel ;

e) Que le nombre de dérangements relevés est sensiblement inférieur à celui du système manuel.

Une autre objection importante était le prix élevé des installations et de l'exploitation de l'automatique.

Le Comité confirme, en ce qui concerne les frais d'installation, que la faculté de décentralisation que présente l'automatique a pour conséquence la diminution des dépenses de construction du réseau et des locaux, et que, malgré le prix plus élevé des appareils, il résulte finalement que l'installation d'un réseau automatique est moins coûteuse que celle d'un réseau manuel du même nombre d'abonnés.

En ce qui concerne les frais d'exploitation, il ressort de cette étude que :

1° Si l'on considère l'installation dans ses conditions actuelles, qui sont plutôt défavorables, l'automatique conduit à une économie sensible, quelle que soit l'hypothèse que l'on fasse pour l'amortissement de 4, 4 % à 6,7 %.

2° L'économie aurait été plus grande si le central manuel avait été à batterie centrale (Pour 10 conversations, de 21, 5 à 11, 6 % dans les hypothèses extrêmes) ;

Digitized by Google

3° Un bénéfice ultérieur s'ajoute quand tout le réseau est desservi en automatique (de 28, 7 °/₀ à 13, 7 °/₀) ;

4° Ces avantages, même dans les cas les plus défavorables qui peuvent se produire, subsistent, mais dans une plus faible mesure, lorsque l'introduction de la tarification au compteur diminue le nombre des conversations jusqu'à 7 environ ;

5° Les avantages ne disparaissent que lorsqu'on descend à 5 conversations ;

6° Dans le cas de Rome, on peut affirmer que les avantages de l'automatique subsisteront dans tous les cas, surtout s'il se généralise ;

7° Les résultats seront vraisemblement supérieurs à ceux prévus par le Comité sur des bases défavorables ;

8° Dans l'étude de l'extension du réseau, si l'on profite de la faculté de décentralisation que présente l'automatique, les avantages seront encore plus importants.

Tous ces résultats concordent avec ceux obtenus ailleurs. En effet la différence entre les dépenses annuelles par abonné au système manuel et au système automatique est en faveur de ce dernier ; si l'on prend comme base un réseau de 13,000 abonnés, comme celui de Rome, elle est, d'après la donnée de divers auteurs :

Allemagne	33 fr. 10
Autriche	18 fr. 40
États-Unis	36 fr. 10
France	24 fr. 60
Italie	28 fr. 10

Le Comité a d'ailleurs déclaré qu'il a toujours exagéré les chiffres dans ses calculs se rapportant à l'automatique, et, par contre, limité ceux concernant le manuel, et cela afin de mettre l'automatique dans des conditions défavorables.

Digitized by Google

DÉVELOPPEMENT DU TÉLÉPHONE AU JAPON[1]

Depuis l'ouverture d'un service téléphonique public à Tokio et à Yokohama, en décembre 1890, les progrès du téléphone au Japon ont été si remarquables qu'après vingt-cinq ans, le nombre des abonnés atteint 210.000 et la longueur des fils téléphoniques 500.000 milles.

Au point de vue financier, ces vingt-cinq années peuvent être divisées en cinq périodes, qui sont les suivantes :

Périodes :	Années	Sommes dépensées (yen) (2)
Préliminaire.....	1890-1895	547.488
Première extension.....	1896-1903	12.786.833
Militaire et transitoire....	1904-1906	2.917.632
Seconde extension.....	1907-1912	26.362.780
Transitoire.....	1913-1915	8.756.765
Total.....		51.371.498

Le téléphone a été introduit au Japon en novembre 1877, c'est-à-dire dans le courant de l'année qui a suivi la célèbre invention du professeur Alexandre Graham Bell. Mais à ce moment, il n'était utilisé que pour quelques usages particuliers, après l'adoption du microphone à charbon. Cependant, l'utilité des services rendus par le téléphone fut de mieux en mieux appréciée par les autorités.

En 1888, une ligne spéciale en cuivre, avec croisements, fut établie entre Tokio et Atami (66 milles) et en janvier 1889 eut lieu un premier essai pratique de transmission téléphonique. En

(1) Extrait de l'*Histoire sommaire du développement du Téléphone au Japon*, publiée pour commémorer le vingt-cinquième anniversaire de l'introduction du Téléphone dans ce pays.

(2) Un yen vaut environ 2 fr. 50.

Digitized by Google

mai de la même année, la ligne fut prolongée jusqu'à Shizuoka, qui est à 115 milles de Tokio. Un second essai sur cette ligne permit de reconnaître que la transmission de la parole à longue distance s'effectuait dans des conditions satisfaisantes pour des buts commerciaux.

En décembre 1890, des bureaux téléphoniques publics furent établis à Tokio et à Yokahama par le gouvernement et, depuis, le service a été exclusivement assuré par celui-ci. Dans les débuts du service public, le régime d'abonnement ne comportait pas d'exceptions, toute personne en mesure de payer la redevance correspondante pouvant devenir abonné. Cependant le nombre des abonnés n'était que de 179 à Tokio et de 45 à Yokohama. Mais, en peu de temps, les demandes du public augmentèrent énormément et, à la fin de 1895, le nombre des solliciteurs avait atteint environ 7.000, sur lesquels 3.000 seulement obtinrent satisfaction.

TABLEAU N° 1. — ACCROISSEMENT DU NOMBRE DES BUREAUX ET DES ABONNÉS AU JAPON.

ANNÉES	NOMBRE DE BUREAUX	NOMBRE D'ABONNÉS	ANNÉES	NOMBRE DE BUREAUX	NOMBRE D'ABONNÉS
1890	2	343	1903	46	35.013
1891	2	821	1904	47	35.528
1892	4	1.504	1905	56	36.691
1893	4	2.672	1906	79	43.266
1894	4	2.843	1907	167	58.562
1895	4	2.858	1908	318	78.485
1896	6	3.232	1909	487	102.626
1897	8	5.326	1910	678	128.502
1898	13	8.064	1911	856	157.167
1899	20	11.813	1912	1.002	181.882
1900	25	18.668	1913	1.006	200.271
1901	25	24.887	1914	1.097	211.546
1902	29	29.941			

Digitized by Google

Pour faire face à des demandes aussi pressantes, il devenait urgent d'étendre le service. La première extension importante fut entreprise de 1896 à 1903. Pendant cette période, environ 32.000 nouveaux abonnés furent rattachés au réseau, et la longueur totale des lignes interurbaines atteignit environ 7.400 milles, et cependant 21.000 demandeurs ne purent obtenir satisfaction.

Tableau n° 2. — Accroissement de la longueur des lignes.

Années	Longueur totale, en milles		Totaux
	des fils de lignes urbaine et interurbaines	des fils de lignes d'intérêt privé	
1890	669	139	808
1891	1.435	130	1.574
1892	2.906	329	3.235
1893	4.068	332	4.400
1894	4.307	329	4.636
1895	4.851	410	5.261
1896	6.347	542	6.889
1897	15.521	908	16.429
1898	28.240	3.038	31.278
1899	39.475	4.783	44.258
1900	57.172	5.310	62.482
1901	79.780	6.245	86.025
1902	98.941	6.839	105.780
1903	106.004	7.397	113.401
1904	110.916	10.452	121.368
1905	113.102	12.055	125.157
1906	122.817	14.272	137.091
1907	154.078	21.474	175.555
908	181.515	28.615	210.130
1909	224.563	38.235	262.798
1910	266.263	46.767	313.030
1911	332.923	56.038	388.961
1912	394.815	63.461	458.276
1913	426.036	64.857	490.893
1914	455.753	71.358	527.111

Digitized by Google

En ce qui concerne les tarifs, en dehors du prix de l'abonnement, on créa, en décembre 1897, une taxe d'enregistrement et des taxes additionnelles pour abonnements spéciaux, abonnements à longue distance, appareils mobiles ou supplémentaires, etc. ; en 1906, en plus de l'abonnement à la ligne directe, le régime de la ligne partagée et celui des abonnements supplémentaires furent institués. Jusqu'ici, l'abonnement forfaitaire a été en vigueur au Japon depuis l'ouverture du service, bien que des propositions pour l'introduction de la conversation taxée aient été examinées il y a quelques années.

En 1907, peu après la fin de la guerre Russo-Japonaise, une seconde extension importante fut entreprise. Après la réalisation de cette extension, c'est-à-dire fin 1912, il existait environ 181.000 abonnés ; la longueur totale des lignes interurbaines atteignait environ 63.000 milles.

Depuis 1912, le téléphone est dans une situation transitoire et 130.000 demandeurs attendent leur rattachement. La troisième grande extension a été étudiée et l'on espère qu'elle sera entreprise en 1916 (l'année fiscale commence le 1er avril), en vue de faire face aux demandes urgentes du public ; elle entraînera une dépense de 22.500.000 yens.

Les tableaux statistiques ci-joints donneront une idée plus claire du développement du service téléphonique au Japon.

Ce développement, au point de vue technique, peut être divisé en trois périodes : au cours de la première, l'appareil Gower-Bell, avec pile d'appel, d'abord utilisé, fut ensuite remplacé par l'appareil solid-back ou par le Delville, avec magnéto. Les lignes d'abonnés étaient aériennes et à simple fil nu. Les lignes interurbaines, au nombre de deux, réunissaient l'une Tokio et Yokohama, la seconde Osaka et Kobé. Pour les échanges de ces quatre villes, des tableaux standards à magnéto ou des tableaux multiples en série à magnéto étaient installés et desservaient 3.000 abonnés.

Digitized by Google

TABLEAU N° 3. — ACCROISSEMENT DU NOMBRE DES CONVERSATIONS.

ANNÉES	NOMBRE DE COMMUNICATIONS		TOTAUX
	URBAINES ET INTER-URBAINES	PAR LES CIRCUITS D'INTÉRÊT PRIVÉ	
1890	256.908	8.080	264.988
1891	1.610.332	44.265	1.654.597
1892	3.117.441	54.499	3.171.940
1893	7.586.202	116.200	7.702.402
1894	13.317.490	180.314	13.497.804
1895	12.881.760	207.070	13.088.830
1896	12.016.081	222.326	12.238.407
1897	16.057.966	284.502	16.342.468
1898	27 364.935	341.392	27.706.327
1899	45.176.380	537.861	45.714.241
1900	65.844.742	733.227	66.577.969
1901	89.346.010	809.975	90.155.985
1902	117.423.373	924.781	118.348.154
1903	130.395.939	1.147.409	131.543.348
1904	143.899.359	1.326.645	145.226.004
1905	148.989.171	1.507.045	150.496.216
1906	152.767.511	1.898.297	154.665.808
1907	262.506.359	2.593.005	265.099.364
1908	320.706.712	3.816.340	324.523.052
1909	416.955.984	5.915.318	422.871.302
1910	548.999.342	9.152.942	558.152.284
1911	753.617.423	11 531.740	765.149.163
1912	841.753.240	14.970.339	856.723.579
1913	910.000.684	17.637 142	927.637.826
1914	1.026.376.381	18.666.521	1.045.042.902

La deuxième période, qui succéda à la première extension, s'étendit de 1896 à 1906. Pendant cette période, on substitua aux circuits à simple fil des circuits bifilaires et l'on fit beaucoup usage de câbles aériens et souterrains.

Les multiples en dérivation à magnéto furent introduits en

Digitized by Google

1897 et utilisés d'une manière étendue jusqu'au moment où furent installés les premiers tableaux à batterie centrale, au bureau de Tokio, en 1903. En raison de leur excellent fonctionnement, ces tableaux furent graduellement utilisés dans les grandes villes, les multiples en dérivation à magnéto étant réservés au service des réseaux de moyenne importance, où le nombre des abonnés ne dépassait pas 4.000. La plus longue ligne interurbaine, entre Tokio et Sasebo (environ 880 milles) fut aussi terminée en 1905, en vue de besoins d'ordre militaire, pendant la guerre Russo-Japonaise.

La troisième période commença avec la seconde grande extension, c'est-à-dire en 1907. Durant cette période, les tableaux à batterie centrale furent amplement utilisés dans les grands réseaux, alors que dans ceux d'importance moyenne, on employa des multiples en dérivation à magnéto, avec signaux de supervision. Les câbles souterrains à 400 paires, qui avaient été mis à l'essai en 1906, furent également beaucoup employés pendant cette période. Des câbles à 600 paires ont aussi été expérimentés à Tokio et à Osaka depuis 1914. On doit ajouter également que des câbles à fils isolés à l'émail ont été essayés pour les communications des tableaux au bureau auxiliaire de Shiba, à Tokio, en 1908 ; et comme l'on put constater les propriétés de ce genre de câble à l'égard de l'humidité, on l'employa dans des proportions intensives pour les installations des bureaux à batterie centrale. Ce fut le premier essai au monde, de câbles isolés à l'émail.

En ce qui concerne les appareils téléphoniques et les divers accessoires, près de 30 % de leur valeur totale étaient fournis, jusqu'à ces dernières années, par l'Amérique et l'Europe. Mais, grâce aux efforts des constructeurs japonais, cette proportion est tombée à 5,6 % en 1914.

Les fils de fer, d'acier et quelques autres sont maintenant les seuls matériaux importés de l'étranger.

Digitized by Google

NOTE SUR LE

calcul du nombre d'organes commutateurs

nécessaires dans un système de téléphonie automatique

Par M. MILON,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

La détermination du nombre d'organes commutateurs dans un système automatique, en dehors bien entendu des organes individuels solidaires de la ligne d'abonné, ne peut se faire qu'au moyen du calcul des probabilités. Le problème à résoudre est en effet celui-ci : donner à un abonné appelant, à un moment quelconque, la certitude pratique de trouver immédiatement un organe ou plutôt une série d'organes sélecteurs libres. La certitude théorique n'est évidemment possible que si chaque abonné a à sa disposition exclusive une série complète d'organes ; mais il est économiquement et même matériellement impossible de satisfaire à cette condition. Il faut donc se baser sur le fait que parmi N abonnés, 100 par exemple, il arrivera très rarement, une fois sur mille, qu'il y en ait plus de n causant simultanément ; dès lors, si chaque abonné du groupe N peut choisir à tout instant entre n organes réservés à ce groupe, il n'arrivera pas plus d'une fois sur mille qu'un abonné appelant trouve les n organes occupés, et le service sera dans ces conditions regardé comme satisfaisant.

Comment déterminer ce nombre n ? L'expérience directe le permettra toujours, si l'on s'astreint à compter un nombre de fois suffisant les communications simultanées. Il faut d'ailleurs que ce nombre soit très grand, car l'éventualité que l'on veut écarter

Digitized by Google

(plus de n appels simultanés) doit s'être produite assez souvent pour que la statistique ainsi dressée ait une valeur pratique. De plus, cet essai ne peut se faire, pour un réseau donné, qu'une fois le système automatique installé, car si on le fait alors que le manuel est encore en service, les observations sont tout à fait faussées. Dans l'exploitation manuelle en effet, les appels arrivant dans l'heure chargée ont la plupart du temps à attendre que l'opératrice soit libre; si nous prenons par exemple le cas d'une opératrice isolée ayant à desservir, sans entr'aide, un groupe de 100 abonnés, les appels pourront bien se produire à des intervalles tout à fait quelconques, mais l'établissement des communications suivra une loi beaucoup plus régulière, puisque entre le commencement de deux communications s'écoule forcément le temps nécessaire à la téléphoniste pour traiter la première. Dans l'automatique, au contraire, on ne peut imposer d'attente, même très minime, à l'abonné, sous peine de le voir commencer à manœuvrer son disque avant qu'un organe libre n'ait été trouvé; par conséquent l'établissement de la connexion doit suivre exactement l'appel, on est donc amené à traiter la question *a priori*, en se basant sur les lois du calcul des probabilités.

Formule de M. Christensen. — La question a été étudiée en particulier par M. Christensen dont l'*Elektroteknische Zeitschrift* du 13 novembre 1913; il donne pour le nombre x de communications simultanées à prévoir la formule

$$x = y + n\sqrt{y},$$

y est le nombre moyen de communications simultanées, qui se détermine facilement ainsi : chaque abonné, d'après des statistiques qui cette fois sont valables quel que soit le mode de commutation employé, fait en moyenne a appels dans l'heure la plus chargée, et chaque communication dure en moyenne m minutes. Si nous appelons N le nombre d'abonnés dont les lignes ont accès au même groupe d'organes commutateurs, et $S = a\,N$ le nombre d'appels, le nombre moyen d'abonnés causant simultanément sera évidemment $y = \frac{Sm}{60}$, puisque Sm est le nombre total de minutes de conversation dans l'heure.

Digitized by Google

n est une fonction de la probabilité P, que l'on s'impose, que le nombre de communications simultanées soit au plus égal à x. n est aussi, comme le remarque M. Christensen, une fonction de y, qui ne tend vers une constante que pour les grandes valeurs de y.

Toutefois, il est facile de démontrer que l'on ne peut arriver à l'établissement de la loi de variation de x en considérant y comme unique variable indépendante. Tout d'abord, on ne peut affirmer que le calcul des probabilités soit directement applicable à la variation du nombre de communications simultanées; il n'est pas évident, en particulier, que si 10 est la moyenne, les valeurs 9 et 11 sont également probables. De plus, y est lui-même fonction de deux quantités S et m, et il est clair que la loi de variation ne sera pas la même par exemple, pour $S = 200$ et $m = 1$, que pour $S = 20$ et $m = 10$, bien que Sm soit le même; il suffit, pour le montrer, de remarquer que pour $x = 21$, on a la certitude dans le second cas, puisqu'il y a plus d'organes sélecteurs que de communications à établir, tandis qu'on ne l'a pas dans le premier.

Il faut donc remonter à l'origine véritable du problème, au phénomène qui se produit suivant une loi tout à fait inconnue, c'est-à-dire à l'appel de l'abonné. Soit N le nombre d'abonnés pouvant accéder au même groupe d'organes sélecteurs, et t le temps moyen pendant lequel chacun d'eux cause comme demandeur dans l'heure la plus chargée, temps exprimé en fraction d'heure. Le nombre moyen de communications simultanées est, comme nous venons de le voir, $y = Nt$. A un moment quelconque, la probabilité pour qu'un abonné déterminé cause est t, et la probabilité pour qu'il ne cause pas est $1 - t$.

Loi de Bernouilli. — On peut tenter d'appliquer la loi de Bernouilli, en faisant le raisonnement suivant : représentons chaque abonné par un dé ayant $\frac{1}{t}$ faces dont 1 est considérée comme favorable, et les autres défavorables ; jetons le dé en l'air : la probabilité pour qu'il tombe sur la face favorable est égale à celle pour que l'abonné cause. Si nous faisons X fois cette opé-

Digitized by Google

ration pour les N abonnés, nous aurons X séries de N épreuves, et la moyenne pour chaque série du nombre de cas favorables, c'est-à-dire de communications simultanées, est $Nt = y$; pour les X séries, nous aurons X valeurs du nombre de cas favorables, qui seront groupées autour de Nt, et la loi de Bernouilli est la loi de leur répartition quand N est très grand. Les tables de Bernouilli donnent directement la probabilité d'un écart $\frac{x - y}{N}$ en fonction du rapport de cet écart à l'écart nomal $e = \sqrt{\frac{2t(1-t)}{N}}$; si nous appelons $\frac{n}{\sqrt{2}}$ la valeur de ce rapport lue dans ces tables pour une probabilité donnée, nous aurons :

$$\frac{x - y}{N} = \frac{n}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2t(1-t)}{N}}$$

$$x = y + n\sqrt{Nt(1-t)} = y + n\sqrt{y(1-t)}.$$

On obtient ainsi une formule qui rappelle celle de M. Christensen, mais avec l'introduction du facteur $\sqrt{(1-t)}$, très voisin de 1, et par conséquent négligeable en pratique pour des lignes d'abonnés causant peu, mais qui ne le serait plus si l'on appliquait la même formule à la sélection des seconds sélecteurs par les premiers sélecteurs par exemple.

Malheureusement les valeurs les plus ordinaires de N dans les systèmes automatiques ne sont pas suffisamment grandes. Le nombre d'abonnés pouvant accéder au même groupe de premiers sélecteurs ou de présélecteurs secondaires, est de 100 ou de 50, au maximum de 200 ; dans ces conditions, les tables de Bernouilli ne donnent pas de résultats suffisamment exacts.

Développement du calcul. — Nous devons donc reprendre l'étude entière de la question. Considérons les N abonnés. La probabilité pour qu'aucun d'entre eux ne cause, est, en vertu du théorème des probabilités composé, $(1-t)^N$. La probabilité pour qu'un seul abonné cause, est égale à la somme des probabilités pour que l'abonné 1 cause et que les abonnés 2, 3, 4,...

Digitized by Google

N — 1, N, ne causent pas, pour que l'abonné 2 cause et que les abonnés 1, 3, 4,... ne causent pas, pour que l'abonné 3 cause,... etc. ; toutes ces probabilités sont égales entre elles et égales à $t(1-t)^{N-1}$; leur somme est donc $Nt(1-t)^{N-1}$. La probabilité pour que deux abonnés causent est égale à la somme des probabilités pour que les abonnés 1 et 2 causent et que les abonnés 3, 4..., N, ne causent pas, pour que les abonnés 1 et 3 causent et que les abonnés 2, 4, 5,... N. ne causent pas, et ainsi de suite ; toutes ces probabilités sont égales à $t^2(1-t)^{N-2}$ et leur nombre est égal au nombre de combinaisons de N objets deux à deux, c'est-à-dire $\frac{N(N-1)}{1.2}$; la probabilité pour que deux abonnés causent est donc $\frac{N(N-1}{1.2}t^2(1-t)^{N-2)}$.

On reconnaît la loi de succession des termes.

$$(1-t)^N,\ Nt(1-t)^{N-1},\ \frac{N(N-1)}{1.2}(t^2 1-t)^{N-2},$$

$$\ldots\ \frac{N(N-1)\ldots(N-p+1)}{1.2\ldots p}t^p(1-t)^{N-p}$$

Ce sont les termes successifs du développement du binôme

$$[(1-t)+t]^N$$

et leur somme, comme vérification, est bien égale à 1.

La probabilité pour qu'il y ait p ou moins de p abonnés causant simultanément est donc égale à la somme des $p+1$ premiers termes de ce développement, et en nous arrêtant au terme pour lequel cette somme est le plus voisine, ou immédiatement supérieure à $\frac{999}{1000}$, nous aurons le nombre p des organes sélecteurs qu'il est nécessaire d'installer.

Cette méthode de calcul ne se prête pas évidemment à l'introduction de valeurs fractionnaires de p. Nous donnons ci-après, pour N = 100 et pour différentes valeurs de t, les deux valeurs de la probabilité qui encadrent $\frac{1}{1000}$.

Digitized by Google

$t =$ TEMPS MOYEN de conversation de chaque abonné dans l'heure la plus chargée.	$p =$ NOMBRE d'organes sélecteurs à adopter.	Φ PROBABILITÉ pour qu'il y ait plus de p abonnés causant.	$\alpha =$ COEFFICIENT MOYEN d'occupation de l'organe sélecteur $\alpha = \frac{Nt}{p}$
$\frac{1}{100} = 36''$	5	0,00344	0,2
	6	0,00054	0,167
$\frac{1}{80} = 45''$	6	0,00168	0,208
	7	0,00028	0,178
$\frac{1}{60} = 1'$	7	0,0016	0,238
	8	0,00032	0,208
$\frac{1}{50} = 1'12''$	7	0,0041	0,286
	8	0,00096	0,25
$\frac{1}{40} = 1'30''$	8	0,0037	0,312
	9	0,00094	0,277
$\frac{1}{33,3} = 1'48''$	9	0,00322	0,333
	10	0,00088	0,3
$\frac{1}{30} = 2'$	10	0,00191	0,333
	11	0,00052	0,303
$\frac{1}{25} = 2'24''$	11	0,00225	0,364
	12	0,00068	0,333

Les chiffres ainsi obtenus diffèrent peu de ceux donnés par M. Christensen ; on peut donc en pratique, quand t est assez petit, s'en rapporter aux résultats donnés par les tables ou les courbes qu'il a tracées.

Pour $N = 50$, on trouve pour une même valeur de Nt et de p, des probabilités un peu plus faibles que pour $N = 100$; ainsi pour $N = 100$ et $t = \frac{1}{60}$, on à $\Phi_7 = 0,0016$, tandis que pour $N = 50$ et $t = \frac{1}{30}$, on a $\Phi_7 = 0,0013$. Pour $N = 200$, on trouverait pour des valeurs égales de Nt et de p, des probabilités un peu plus fortes.

Cas où le nombre d'organes par groupe est supérieur à 10. — Si le calcul donne pour p un nombre supérieur à 10, une difficulté se présente : dans les systèmes automatiques, du moins dans ceux dérivés du type Stronger, la sélection ne peut porter que sur 10 lignes. Si donc on veut effectuer 14 premiers sélec-

Digitized by Google

teurs à chaque centaine d'abonnés, on ne peut donner à chacun de ceux-ci le moyen d'accéder dans tous les cas à l'un quelconque de ces 14 sélecteurs. De même s'il faut mettre 14 connecteurs par centaine, chacun des derniers sélecteurs ne pourra avoir accès à l'un quelconque de ces 14 connecteurs.

Lignes communes. — En dehors de l'emploi des présélecteurs secondaires, dont nous parlerons tout à l'heure, voici quel est l'artifice employé. Considérons d'une part les N lignes que nous appellerons cherchantes (lignes d'abonnés ou de sélecteur) et d'autre part les p lignes essayées (lignes de sélecteurs ou de connecteurs). Si p est compris entre 10 et 20, par exemple 14, nous diviserons les N lignes cherchantes, en deux groupes égaux ; mais nous ne diviserons pas de la même façon les p lignes essayées, pour en affecter une moitié à chaque groupe $\frac{N}{2}$, car pour $p = 7$ par exemple, nous avons vu que le coefficient moyen d'occupation admissible pour la ligne essayée était très inférieur à ce qu'il est quand $p = 10$, et par conséquent ces organes seraient moins bien utilisés. Sur les 14 lignes, nous en affecterons 4 en propre au premier groupe $\frac{N}{2}$, 4 en propre au second groupe $\frac{N}{2}$, et les 6 restantes seront communes aux deux groupes, de façon que chacune des lignes cherchantes ait toujours accès à 10 organes.

Dans ce cas, le calcul précédent n'est plus applicable, car il est facile de voir qu'il peut se faire qu'une ligne du premier groupe $\frac{N}{2}$ trouve occupées les 10 lignes qu'elle essaie, alors que les 4 autres, affectées en propre au second groupe, ne le sont pas toutes. Pour réduire au minimum la probabilité de cette éventualité, on dispose le multiplage des lignes aboutissant aux organes essayés, sur les contacts des organes cherchants, de façon que les 4 lignes propres à chaque groupe soient toujours essayées en premier lieu, et les 6 lignes communes essayées ensuite.

On se rend compte qu'on peut ainsi obtenir, pour une probabilité égale, un coefficient moyen d'occupation des organes

Digitized by Google

essayés égal ou supérieur à ce qu'il serait si ces organes étaient au nombre de 10 exactement par groupe N, mais inférieur encore évidemment à ce qu'il serait si les N lignes cherchantes pouvaient chacune avoir accès aux p organes essayés. Il semble assez difficile de calculer sa valeur exacte, mais il est facile de voir qu'il doit être de peu supérieur au coefficient d'occupation admissible quand $p = 10$, coefficient variant comme nous l'avons vu de 0,30 à 0,32, quand $\Phi \leqslant \frac{1}{1000}$.

Si p est compris entre 20 et 30, on divisera N en 3 groupes avec constitution de lignes communes, et ainsi de suite.

Voyons maintenant comment on peut en pratique appliquer ces résultats.

Nombre de premiers sélecteurs (quand il n'y a pas de présélecteurs secondaires). — Les présélecteurs du système Keith (Automatic Electric C°) sont groupés par 25, 50 ou 100, chaque groupe étant commandé par un commutateur principal spécial. Nous nous reporterons donc aux résultats calculés pour $N = 100$, t étant donné par les statistiques du réseau : si $p \leqslant 10$, nous équiperons p lignes de premiers sélecteurs par centaine ; si p est supérieur à 10, nous dédoublerons le commutateur principal du groupe de 100 et nous formerons deux groupes de 50 ; à chacun de ces deux groupes nous affecterons $p - 10$ lignes spéciales, et les $20 - p$ lignes restantes seront communes aux deux groupes (la réalisation de lignes communes présente dans ce système certaines difficultés, qui n'avaient pas encore été résolues lors de l'installation de Nice). Dans ce cas, étant donné le fonctionnement du commutateur principal (master-switch), il est impossible de faire essayer toujours en premier lieu, dans chaque groupe de 50, les lignes propres à ce groupe, et le coefficient moyen d'occupation ne sera pas sensiblement supérieur à ce qu'il est quand $p = 10$, soit $x = 0{,}32$ (pour $N = 50$ et $t = 3'50''$). Nous partirons donc, dans ce cas, de cette valeur de x pour en déduire la valeur de p nécessaire.

Dans les systèmes analogues au système Siemens et Halske, où les présélecteurs sont indépendants les uns des autres, il est

Digitized by Google

possible théoriquement de toujours prendre N assez grand, si petit que soit t, pour que p soit égal à 10, et pour assurer ainsi aux premiers sélecteurs un coefficient d'occupation maximum, variant de 0,30 à 0,32 suivant la grandeur de N ; mais pratiquement, outre que les frais de multipliage augmentent avec N, il n'est pas possible de modifier tous les câblages quand le trafic varie, de sorte que l'on prend également pour N des valeurs fixes, 100, 150, 200. Lorsque pour $N = 100$ par exemple, on trouve un nombre de premiers sélecteurs supérieurs à 10, on peut également procéder à la répartition des lignes entre deux groupes, avec lignes propres à chaque groupe, et lignes communes. Si dans ces systèmes, le présélecteur revient chaque fois à sa position de repos, il est possible de faire commencer chaque sélection par les lignes divisées, et il est permis d'escompter dans ce cas un rendement moyen d'environ 0,35.

Nombre de seconds, troisièmes,... sélecteurs. — Le calcul de ce nombre s'effectuerait suivant les mêmes règles ; par exemple, s'il s'agit de calculer le nombre de seconds sélecteurs qui doivent donner des communications pour les abonnés numérotés de 2000 à 2999, on prend pour N le nombre de premiers sélecteurs, pour t la valeur $\frac{\alpha}{\beta}$, α étant le coefficient moyen d'occupation des premiers sélecteurs, et β le rapport du nombre total d'appels du réseau à ceux destinés aux abonnés 2000 à 2999, et on applique les formules établies ci-dessus. Comme p sera presque toujours supérieur à 10, sauf dans les petits bureaux, il faudra diviser N en un certain nombre de groupes, et procéder comme ci-dessus à la création de lignes propres à chaque groupe, et de lignes communes à deux, ou même à plusieurs groupes. Le calcul théorique n'est plus applicable dans ce cas, mais nous savons que le coefficient moyen d'occupation, pour une probabilité toujours égale au même chiffre $\frac{1}{1000}$, ne peut s'écarter beaucoup des valeurs 0,32 à 0,36 ou 0,37. Nous prendrons donc encore 0,35 comme moyenne.

Nombre de connecteurs. — Les connecteurs ayant un champ

Digitized by Google

d'exploration limité à 100 lignes, dans les systèmes dérivés du Strowger, le nombre en sera calculé comme il a été vu plus haut, en prenant pour N la valeur 100 et pour t le temps moyen pendant lequel chaque abonné est occupé comme *demandé*. Si l'on trouve $p \leqslant 10$, on équipera p connecteurs par centaines ; si $p > 10$, on calculera p d'après les mêmes considérations que ci-dessus, en partant du coefficient d'occupation 0,35, d'où $p = \frac{Nt}{0,35}$.

Dans le système Mac Berty, où le champ d'exploration du connecteur est de 200 lignes, et où chaque sélecteur peut choisir parmi 20 lignes, on trouve que pour $N = 200$ et $\Phi_{20} = \frac{1}{1000}$, $t =$ environ 2'45", ce qui veut dire que 20 connecteurs suffisent à assurer le service de 200 lignes dont chacune cause en moyenne 2'45" dans l'heure la plus chargée. Le coefficient d'occupation correspondant pour le connecteur est de 0,46, soit de 50 % supérieur à ce qu'il est dans un système à sélection sur 10 lignes.

Dans ce même système, et pour les mêmes raisons, on pourra donc escompter un coefficient moyen d'occupation des seconds ; troisièmes sélecteurs compris entre 0,45 et 0,5, quand les 20 directions pourront être utilisées.

Présélecteurs secondaires.

L'usage des présélecteurs secondaires est justifié par les considérations suivantes :

Si au lieu de p premiers sélecteurs pour 100 abonnés, nous installons p' ($p' > p$) présélecteurs secondaires, nous aurons tout d'abord plus de chances de trouver un présélecteur secondaire libre. Ces organes seront ensuite groupés de telle façon :

A. Que les présélecteurs secondaires dont les lignes sont multipliées sur les contacts des mêmes présélecteurs primaires, fassent partie de groupes différents, et par suite aient accès à des groupes différents de premiers sélecteurs ;

B. Que si dans un groupe de présélecteurs secondaires, toutes

Digitized by Google

les lignes de premiers sélecteurs sont occupées, toutes les lignes des présélecteurs secondaires de ce groupe soient marquées occupées sur les contacts des présélecteurs primaires.

Cette disposition, réalisée à Nice à la demande de l'Administration française, est nécessaire pour la raison suivante : si elle n'était pas réalisée, la sélection par l'abonné d'un premier sélecteur libre serait simplement divisée en deux phases *indépendantes* : sélection par le présélecteur de l'abonné d'un présélecteur secondaire libre, et sélection par le présélecteur secondaire d'un premier sélecteur libre ; la probabilité de la non-réussite de l'ensemble serait simplement la somme des probabilités de non-réussite de chacune des phases, et par suite elle serait supérieure à la probabilité de la non-réussite de la deuxième phase, sélection d'un premier sélecteur libre ; or, comme nous allons le voir, et comme il est évident d'ailleurs, on ne peut diminuer le nombre total de premiers sélecteurs, c'est-à-dire augmenter leur coefficient d'occupation, sans augmenter en même temps la probabilité de non-réussite de cette seconde phase. Le but recherché par l'adjonction des présélecteurs secondaires ne serait donc pas du tout atteint.

La condition B étant remplie, on voit qu'un appel entrant trouvant un présélecteur secondaire libre, est sûr de trouver un premier sélecteur libre, et nous avons donc simplement à rechercher la probabilité que tous les présélecteurs secondaires soient occupés. Or, ceux-ci peuvent l'être de deux façons, soit qu'ils soient effectivement pris par une ligne d'abonné, soit qu'ils fassent partie d'un groupe dont tous les premiers sélecteurs sont occupés. Donc, la probabilité pour que tous les p' présélecteurs secondaires auxquels a accès un groupe de N abonnés soient occupés, est la somme des probabilités suivantes :

1° Probabilité pour que p' ou plus de p' abonnés du groupe N causent simultanément ;

2° Probabilité pour que $p' - 1$ abonnés causent et que la $p'^{ième}$ ligne aboutisse à un groupe de présélecteurs secondaires dont tous les premiers sélecteurs sont occupés ;

3° Probabilités pour que $p' - 2$ abonnés causent et que les

Digitized by Google

deux lignes restantes aboutissent chacune à un groupe dont tous les premiers sélecteurs sont occupés, et ainsi de suite.

Si la condition A est bien observée, ce qui n'est pas toujours possible (il faut en particulier qu'il y ait au moins 100 premiers sélecteurs dans le bureau) toutes ces probabilités sont bien indépendantes, et on peut appliquer à chacune d'elles le théorème des probabilités composées.

Appelons $\Phi_{p'}$ la probabilité que p' ou plus de p' abonnés causent simultanément, $P_{p'-1}$ la probabilité que $p'-1$ abonnés causent simultanément, et φ la probabilité pour que dans un groupe de présélecteurs secondaires les 10 premiers sélecteurs soient occupés. La probabilité totale sera :

$$\Phi_{p'} + P_{p'-1}\varphi + P_{p'-2}\varphi^2 + P_{p'-3}\varphi^3 + \dots$$

Le terme φ peut se calculer comme plus haut ; dans le système de l'Automatic Electric C°, le nombre de présélecteurs secondaires groupés sur un même commutateur principal est en général de 25, nous aurons donc, en appelant α_1 le coefficient moyen d'occupation des présélecteurs secondaires, à développer l'expression $[(1-\alpha_1)+\alpha_1]^{25}$ et à prendre la somme des termes suivant le dixième, ou le $n^{\text{ième}}$ si n lignes de premiers sélecteurs sont équipées.

Il faut noter que le calcul précédent n'est applicable que si les présélecteurs secondaires sont assimilables à des lignes d'abonnés, c'est-à-dire si la probabilité pour que n présélecteurs secondaires soient occupés est bien α_1^n ; cela n'a lieu, pour les présélecteurs secondaires d'un même groupe, que si le nombre total de lignes est élevé et si la condition A est bien réalisée.

Le calcul a été fait pour $N = 100$ et $t = \frac{1}{40}$; si au lieu de mettre directement à la disposition des 100 lignes 9 premiers sélecteurs (dans ce cas $\Phi = 0{,}00094$), on installe 10 présélecteurs secondaires, et que par bâti de 25 présélecteurs secondaires on installe 9 premiers sélecteurs, on arrive à une probabilité totale inférieure à $\frac{1}{1000}$ (environ 0,0006) ; le service sera donc un

Digitized by Google

peu meilleur (au point de vue de la certitude de trouver un premier sélecteur) et on aura réalisé une économie représentée, pour 1 000 abonnés, par la différence de prix entre 90 premiers sélecteurs d'une part, et 100 présélecteurs secondaires et 36 premiers sélecteurs de l'autre.

D'après les prix faits à l'Administration française, 100 présélecteurs secondaires et 36 premiers sélecteurs équivalent à peu près à 80 premiers sélecteurs ; on économiserait donc, dans ce cas, 1/9 de la valeur des premiers sélecteurs.

Le coefficient d'occupation du premier sélecteur, dans le cas pris comme exemple, s'élève à $\frac{1000}{40 \times 36} = 0{,}694$ ou approximativement 0,7, et celui du présélecteur secondaire est de 0,25.

Dans le cas où $p' > 10$ et où l'on utilise des lignes communes à plusieurs groupes, le calcul précédent n'est plus applicable, mais, par des considérations analogues à celles déjà émises plus haut, on est amené à admettre que le coefficient moyen d'occupation ne s'élèvera pas beaucoup au-dessus du chiffre que l'on vient d'obtenir et qu'il variera pour le présélecteur secondaire de 0,25 à 0,30 et pour le premier sélecteur de 0,7 à 0,75.

Comme dans ce cas, le premier sélecteur seul serait utilisé avec un coefficient d'occupation qui peut atteindre 0,33, l'économie réalisée par l'adjonction des présélecteurs secondaires sera donc, en appelant s le prix d'un de ces organes et r celui d'un premier sélecteur pour un nombre égal à $N = \frac{1}{t}$,

$$\frac{r}{0{,}33} - \frac{s}{0{,}3} - \frac{r}{0{,}75}$$

ou

$$3r - 3{,}33s - 1{,}33r = 1{,}66r - 3{,}33s$$

et pour un nombre de lignes $N = \frac{1}{1{,}66t} = \frac{3}{5t}$:

$$r - 2s$$

Si $t \frac{1}{25} = 2'24''$, et si nous prenons $r = 175$ francs et $s = 75$ francs (avec les accessoires) nous avons pour $\frac{3 \times 25}{5} = 15$ lignes

Digitized by Google

une économie de 175 — 150 = 25 francs, soit 1 fr. 66 par ligne d'abonné, soit moins de 1 °/₀ du prix de l'installation intérieure.

On voit que l'économie réalisée par l'introduction des présélecteurs secondaires n'est pas très élevée, du moins dans les conditions de l'exemple choisi, et que dans bien des cas, on peut se demander si elle compense la complication et les risques de dérangements supplémentaires qui en résultent.

Les ingénieurs américains de l'Automatic Electric C° donnent, il est vrai, comme autre raison de l'introduction des présélecteurs secondaires, la diminution des risques pour deux abonnés décrochant simultanément de se trouver sur la même ligne ; mais pour que cette diminution soit notable, il faut adopter pour les présélecteurs secondaires, des coefficients d'occupation sensiblement plus petits que ceux qui ont été donnés plus haut, et dans ce cas, loin de constituer une économie, l'introduction de ces organes se traduit par un supplément de prix.

Résumé.

En résumé, si le nombre des lignes d'un même groupe de sélection, c'est-à-dire entre lesquelles un même organe peut choisir, est égal ou inférieur à 10, ou au nombre maximum si le système permet de choisir parmi plus de 10 lignes, et s'il n'y a pas de lignes communes à plusieurs groupes, le nombre de lignes nécessaire pour qu'on ait une chance sur mille au plus de les trouver toutes occupées, peut être calculé comme il a été vu plus haut. Le coefficient moyen d'occupation varie, dans ce cas, depuis une valeur d'autant plus faible qu'il y a moins de lignes (0,18 pour 6 lignes) à 0,31 pour 10 lignes (ces chiffres calculés pour N = 100, varient très légèrement en sens inverse de N).

Si le procédé des lignes communes est appliqué, de façon que la sélection porte toujours sur 10 lignes, le coefficient d'occupation variera de 0,31 à 0,35 environ.

Dans le cas de l'installation de présélecteurs secondaires il faudra adopter pour ces organes un coefficient d'occupation inférieur de 10 à 20 °/₀ à celui que l'on aurait adopté, d'après les

Digitized by Google

règles ci-dessus, pour les premiers sélecteurs employés seuls, et pour ceux-ci un coefficient d'occupation variant de 0,7 à 0,75.

Tous ces coefficients d'occupation se rapportent évidemment à l'heure la plus chargée.

Remarque. — Le nombre des premiers sélecteurs déduit de ces règles doit être en pratique majoré, pour tenir compte de ceux qui sont immobilisés, soit par des abonnés laissant leur récepteur décroché, soit par des lignes en dérangement, soit par des abonnés ne pensant à chercher dans l'annuaire le numéro désiré qu'après avoir décroché, etc... La majoration à prévoir dépend des circonstances locales, et ne peut être basée que sur l'expérience.

Le nombre des seconds, troisièmes, etc., sélecteurs, et des connecteurs peut au contraire être diminué, pour tenir compte du fait : 1° que les organes n'entrent en jeu à l'établissement de la connexion que les uns après les autres, tandis qu'ils sont libérés tous ensemble ; pour chaque communication le connecteur sera immobilisé de 4 à 7 secondes de moins que le premier sélecteur ; 2° que certaines communications n'exigent l'intervention que d'un premier sélecteur seulement (appels interurbains) ou d'un premier et d'un second sélecteurs (informations, réclamations, etc.). Aussi dans des calculs approximatifs pourra-t-on prendre pour ces organes un coefficient d'occupation allant jusqu'à 0,4, si on compte chaque communication pour le temps pendant lequel elle immobilise un premier sélecteur.

Digitized by Google

L'AVENIR DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

Par M. J.-J. CARTY,
Ingénieur en chef de la Compagnie Bell.

M. John-J. Carty, Ingénieur en Chef de l'American Telephone and Telegraph Company, a donné une interview au *New-York World* dont nous extrayons les passages suivant (1) :

Carty débuta à sa sortie de l'École supérieure de Cambridge par un emploi de commis dans une entreprise téléphonique. Un jour, une vieille dame vint demander à causer avec son fils à Chicago. Tous les commis éclatèrent bruyamment de rire. Carty seul, ne rit pas et expliqua à la dame que les téléphones n'allaient pas à plus de quelques milles de Boston. Mais quand elle fut partie, il s'adressa à ses collègues : « Vous n'aviez pas besoin de rire ; un jour nous causerons avec Chicago. Nous poserons des lignes jusqu'à Chicago et nous irons même beaucoup plus loin. » On se moqua de lui.

Dix-huit ans plus tard, la ligne de Chicago était construite. On l'a prolongée jusqu'à Denver voici quatre ans, et le 25 janvier 1915, Carty a réalisé la ligne transcontinentale de New-York à San Francisco. Le 30 septembre dernier, il réussit à transmettre sans fil la voix humaine de New-York à Panama et à Californie. Enfin, une conversation a été tenue à travers l'Atlantique, l'un des interlocuteurs étant à New-York et l'autre à Paris, et ce qu'ils se disaient a été également entendu à Honolulu.

M. Carty s'explique ainsi sur le rôle du téléphone :

(1) Traduction de M. Reynaud-Bonin, Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Digitized by Google

« On ne peut pas se servir du téléphone sans fil sans un sentiment de respect. Il semble que la voix vient de l'au-delà. Il y a quelque chose qui nous laisse en suspens, nous force à la révérence ; quelque chose qui nous empêche de penser aux profits commerciaux, mais nous inspire un idéal de caractère presque sacré. C'est si grand que nous, chétifs mortels, nous ne pouvons nous en faire qu'une petite idée.

Nous avons construit dans ce pays un grand réseau allant de l'Atlantique au Pacifique, sur les 21.000.000 milles, duquel plus de 9 milliards de conversations ont été tenues l'an dernier (1). Mais nous croyons quece système dont nous sommes si fiers n'est qu'un tout petit système et que dans quelques années notre voix pourra être entendue aussi bien au pôle Nord, au pôle Sud ou au Sahara, que d'un côté de la rue à l'autre. Autant qu'il ne s'agit que du problème électrique, il n'y a aucune raison pour que le téléphone ne parvienne partout et on pourrait employer des courants suffisants pour que tout le monde entende à la fois.

Mais ceci n'est encore rien si l'on envisage ce conducteur qui baigne toute la création : l'éther. La transmission par l'éther n'est pas limitée à la terre, elle s'effectue dans tout le ciel. Les ondes de l'éther transmettent la voix avec la même vitesse que la lumière, et si d'autres parties de l'univers sont habitées par des mortels ou des immortels, il existe un conducteur qui nous relie à l'endroit où ils se trouvent, et ce conducteur peut transmettre la parole.

Récemment, dinant à New-York, nous écoutions la télégraphie sans fil de la tour d'Arlington, et tous les convives suivaient ce qui était dit à Washington. Les accords du « Star-Sprangled banner » pouvaient être entendus jusqu'en Chine, dans l'Inde, en Australie. Mais de même, propagés avec la vitesse de la lumière, ces accords pourraient être entendus dans 45 ans sur l'Étoile polaire. Dans 300 ans, ils auront atteint les étoiles de

(1) Ces chiffres se rapportent au réseau du Système Bell seulement. Il y a encore d'autres réseaux téléphoniques aux États-Unis, bien que moins importants de celui-ci. (Note du traducteur.)

Digitized by Google

quinzième grandeur et ainsi de suite jusqu'aux limites de l'espace insondable.

Puissions-nous entendre un jour, venant de l'éther, une nouvelle voix proclamant « Paix sur la terre aux hommes de bonne volonté ». Comprenez-vous maintenant pourquoi je disais qu'en cette matière il ne fallait pas penser à des profits commerciaux.

.....

Dans le domaine de la téléphonie sans fil nous sommes beaucoup redevables au gouvernement des États-Unis et au gouvernement français ; et sans leur coopération nous n'aurions pas pu transmettre la parole à travers l'Atlantique. Le « Navy Departement (1) » nous autorisa à nous servir de toutes ses installations et la France, avec la courtoisie merveilleuse qu'elle possède seule, nous permit, au cours même de cette terrible guerre, de faire des expériences à la Tour Eiffel. A l'époque où nous réussissions à transmettre la parole en Europe, la grande bataille de Champagne était engagée et malgré l'importance que pouvaient avoir leurs propres communications à ce moment, les Français interrompirent le service de la Tour Eiffel et des villes voisines pour que nous puissions tenir notre première conversation transatlantique. Ils nous aidèrent avec la même ardeur qu'autrefois Lafayette, Rochambeau et tous ceux qui vinrent avec eux nous secourir à l'époque de la Révolution.

.....

Il n'y a pas le moindre danger que la téléphonie sans fil supplante ou même entrave le développement de la téléphonie avec fil. La téléphonie sans fil sera employée dans les cas où les fils ne peuvent pas être posés, comme entre navire et navire, navire et côte, ou à travers de larges espaces d'eau. Le téléphone sans fil ne sera jamais le concurrent du téléphone ordinaire, de même que le téléphone ne peut pas être substitué au télégraphe. Il est très important d'avoir ceci présent à l'esprit.

Le service téléphonique est un service d'utilité publique. Les

(1) Ministère de la Marine.

Digitized by Google

abonnés ont en vue un service universel, c'est-à-dire que toute personne ou toute association qui le désire doit pouvoir être pourvue d'un appareil, quelle que puisse être sa résidence et doit pouvoir être, dans un délai de temps raisonnable, connectée avec n'importe quel autre abonné et pouvoir causer de façon satisfaisante.

Le téléphone a été le principal facteur du progrès en Amérique, car nous avons de meilleures intercommunications que n'importe quelle autre nation. Ceci signifie que les éléments de notre population sont en contact plus étroit les uns avec les autres que ne l'ont jamais été des éléments aussi nombreux sur la surface du globe. Ce n'est pas la distance qui crée la diversité des langages, des idées et des mœurs. C'est le manque de communications. Il existe des races au monde, qui sont à peine à 150 kilomètres l'une de l'autre, mais séparées par des chaînes de montagnes, et qui sont totalement différentes l'une de l'autre. Cela vient du manque de communications.

Quel sera l'effet de la multiplication des communications dans le monde ? Lorsqu'on ne communique pas facilement il y a désaccord, suspicion, jalousie, guerre. Mais quand les communications sont faciles, les intérêts deviennent communs. L'usage mondial du téléphone rendra nécessaire l'emploi d'une langue universelle. Ceci ne signifie pas que toutes les langues, sauf une, devront disparaître, mais qu'il y aura une langue que tout le monde comprendra et emploiera, et cette langue sera l'anglais. Et l'emploi d'une langue commune s'accompagnera du libre échange de pensées et d'idées et d'une sorte de fraternité des hommes. Les frontières disparaîtront peu à peu et l'humanité deviendra une grande famille.

Je crois que là est la vraie mission du téléphone.

.....

Tel est l'esprit dans lequel nous travaillons. La première chose que firent les fondateurs du système Bell fut d'organiser un service d'études et de recherches expérimentales, qui fut l'embryon du service actuellement sous mes ordres. De deux

Digitized by Google

hommes en 1876 ses cadres se sont accrus jusqu'à plus de 600 ingénieurs ou savants diplômés d'environ 100 universités ou collèges. Ces chiffres ne concernent que les unités employées aux recherches techniques et non pas le corps beaucoup plus considérable des ingénieurs de la construction du matériel ou de l'exploitation.

Une bonne idée peut germer partout dans le cerveau d'un homme, mais appliquée à un organisme aussi complexe qu'un réseau téléphonique universel aucun individu isolé ne peut en retirer tout le parti possible. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir une organisation scientifique et technique efficace et souvent plusieurs années de travaux coûteux sont nécessaires avant qu'une idée porte ses fruits pour entrer dans la pratique.

Le remplacement incessant du vieux matériel par du neuf, la substitution continuelle de quelque chose de mieux à ce que l'on considérait encore hier comme le dernier cri, est une nécessité pour ceux qui veulent être à la tête de leur époque. Et ainsi, l'efficacité de l'œuvre d'un ingénieur ne doit pas autant se juger par ses créations que par la quantité de matériel qu'il a fait réformer. Cette quantité est la mesure du progrès et depuis 1876, en quarante ans, nous avons inventé, employé et réformé 53 types de récepteurs téléphoniques et 73 types de transmetteurs. La date moyenne de fabrication des 12 millions de téléphones installés aux États-Unis remonte à moins de soixante mois.

Digitized by Google

MONOPOLE TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE [1]

La question du monopole d'État sur les télégraphes et les téléphones a fait couler des flots d'encre, dans notre pays comme dans beaucoup d'autres, où on l'a discutée en lui opposant la concession privée. Nous ne nous proposons pas d'entrer dans la controverse, mais nous désirons corriger quelques assertions d'une évidente inexactitude, qui sont répétées de temps à autre touchant la prétendue faillite financière de l'Administration d'État, en ce qui concerne le service téléphonique.

Le numéro de décembre du *Journal of the Institution of Electrical Engineers* nous apprend que M. Carter, président de la Section de Hong-Kong, a fait un discours, le 27 mai dernier, dans lequel il s'est livré à une vive critique de l'état financier des téléphones et télégraphes britanniques, et a prononcé les phrases suivantes, que nous reproduisons textuellement :

« En deuxième lieu, je veux mentionner la curieuse influence « que le fait d'être agent du gouvernement exerce sur la nature « humaine. Quelques semaines ou même quelques jours après le « transfert à l'État de l'entreprise de la Compagnie Nationale « des Téléphones, des protestations s'élevèrent contre la marche « du service, et ceux mêmes qui avaient été les premiers à « réclamer le rachat furent obligés de joindre leur voix à la « plainte générale. Le Postmaster Général et ses fonctionnaires « sourirent d'abord, mais quand ils virent que le public insistait, « ils demandèrent ironiquement si l'on pouvait supposer que les « quelques milliers d'hommes et de femmes qui, le matin du

[1] *The Telegraph and Telephone Journal*, janvier 1916.

Digitized by Google

« 1er janvier 1912, s'étaient éveillés fonctionnaires, accomplis-
« saient dès lors leurs diverses tâches moins bien qu'ils ne le
« faisaient à la veille de ce jour. Il m'a été assuré, par ceux qui
« connaissaient le fonctionnement intérieur de la Compagnie,
« que c'est là la seule explication possible de ce qui s'est pro-
« duit :

M. Théodore N. Vail a aussi traité complètement le même sujet sous le titre : « Organisation contre le Monopole gouvernemental ». Dans un discours reproduit dans *Telephony*, de Chicago, après avoir parlé de la nécessité de faire diriger une affaire commerciale par des experts en cette matière, et de la difficulté d'obtenir une telle direction dans une administration de l'État, particulièrement aux États-Unis, où les fonctionnaires sont changés avec chaque gouvernement, M. Vail produit les allégations suivantes, comme arguments décisifs, contre le monopole gouvernemental :

« Le seul gouvernement pratiquement démocratique, parlant
« la même langue que nous et ayant une administration haute-
« ment spécialisée et bien stable, est celui de la Grande-Bre-
« tagne, qui reprit, en 1870, un service télégraphique aupara-
« vant prospère. Depuis lors, elle a perdu de nombreux millions
« de livres sterling, avec un déficit annuel qui, pour 1913, s'éleva
« à plus de 6.000.000 de dollars. Les taxes télégraphiques, en
« tenant compte de la distance, des salaires et d'autres facteurs,
« sont sensiblement identiques à celles de notre pays avant l'aug-
« mentation de 50 °/₀ de la taxe minimum, récemment effectuée.

« Le réseau de la Compagnie Nationale des Téléphones fut
« repris en 1911. La Compagnie payait au gouvernement une
« redevance annuelle d'environ 2.500.000 dollars, et versait à ses
« propres actionnaires, approximativement, 6 °/₀ sur ses gains.

« Bien que le gouvernement possédât déjà une organisation
« téléphonique, qui exploitait les lignes d'intérêt privé et
« quelques bureaux importants, bien que cette organisation,
« comme celle du télégraphe et de la poste, eût déjà un person-
« nel et des chefs permanents, lorsque l'État reprit l'organisation
« de la compagnie privée, il ne gagna, pour l'année 1913-1914,

Digitized by Google

« que 1.500.000 dollars, un peu plus de la moitié de ce que la « redevance rapportait précédemment. L'exploitation gouver- « nementale, jusqu'à présent, a été très loin d'être satisfaisante, « et le public réclame un service affranchi de l'ingérence poli- « tique et parlementaire. »

Pour ce qui est des télégraphes, nous croyons que notre pays est le seul au monde où le système télégraphique ait été étendu aux lointains villages de la province, grâce à un arrangement d'après lequel les deux tiers des pertes sont supportés par l'État, et le seul où un système de communications côtières aussi étendu est nécessaire pour des buts militaires ou navals, ainsi que pour les secours aux naufragés. On a discuté à diverses reprises, à la Chambre des Communes, la question de savoir si le système télégraphique doit se suffire à lui-même, ou s'il doit être exploité à perte, comme auxiliaire général du commerce et de la sécurité publique; le dernier débat a été imprimé mot pour mot dans notre numéro de novembre 1915.

M. Vail et M. Carter sont, l'un et l'autre, visiblement très versés dans les méthodes commerciales téléphoniques, mais nous pensons qu'ils ont cru trouver, dans les rapports parlementaires de la poste, des arguments qui n'y étaient pas.

M. Vail commet trois erreurs. D'abord la Compagnie Nationale des Téléphones ne payait pas un intérêt de 6 °/₀ à ses actionnaires, mais une moyenne de moins de 5 °/₀, les dividendes variant de 3 1/2 °/₀ à 6 °/₀, suivant le type des actions. En second lieu, les droits payés par elle en 1911 étaient de 353.322 livres sterling ou 1.750.000 dollars (et non 2.500.000 dollars); enfin, les chiffres de la poste ont été apparemment pris dans les rapports commerciaux pour 1912-1913 (au lieu de ceux pour 1913-1914).

L'exposé suivant est basé sur les chiffres de 1911 de la Compagnie Nationale des Téléphones et sur ceux de 1912-1913 du Post-Office. Le dividende de la Compagnie était inférieur à 5 °/₀, comme il a été dit ci-dessus; l'Administration paya un intérêt moyen de 3 1/4 °/₀, et fit un bénéfice brut de 303.343 livres, représentant un autre intérêt de 1 1/2 °/₀, ce qui faisait 4 3/4 en

Digitized by Google

tout. La Compagnie des Téléphones payait 353.322 livres de redevances à l'Administration et 13.027 livres pour les fonds de retraites de son personnel, au total 366.349 livres ; le crédit alloué à l'Administration pour les pensions, calculé sur une base actuaire, fut de 308.872 livres, et fut nécessairement augmenté par suite des concessions spéciales faites au personnel provenant de la Compagnie. Les fonds de réserve de la Compagnie étaient placés dans l'affaire et furent, en fait, absorbés pendant la liquidation, pour compenser l'insuffisance des devis de dépréciation du matériel ; l'Administration, dont les évaluations ne furent pas acceptées par les arbitres, fut obligée de consacrer une somme plus considérable pour rembourser le matériel et l'actif de la Compagnie. Celle-ci, en 1911, ne dépensa que le strict

Détail des frais	Moyenne par station et par an		
	Caisse nationale des téléphones		Administration des postes
	1910	1911	1912-1913
	L. s. d	L. s. d.	L. s. d.
Dépenses d'administration et d'exploitation.	2 3 11	2 6 1	1 18 9
Versements pr les retraites..	5	6	8 7
Entretien du système. . . .	19 1	17 5	1 13 3(1)
Renouvellement.	5 10	6 1	11 4(2)
Dépréciation (fonds de réserve).	19 4	1 2 9	1 1 2
Intérêts	1 10 9	1 9 6	14 10
Redevance à l'Administration des Postes..	12 8	12 10	»
Totaux :	6 12 0	6 15 2	6 7 11
Revenus retirés . . .	6 12 0	6 14 9	6 16 10
Excédent du déficit :	»	5	8 11

(1) Y compris les salaires des fonctionnaires employés à la surveillance des constructions.

(2) Y compris les demandes exceptionnelles.

Digitized by Google

nécessaire en frais d'entretien et de renouvellement ; l'Administration eut donc à répondre à des demandes exceptionelles ; sous ce rapport en 1912-13, elle dépensa en réalité 302.560 livres (non compris le renouvellement du système interurbain).

Il est bien entendu que la Compagnie payait pour obtenir l'autorisation de construire ses lignes sur les routes et les chemins de fer, et que l'Administration des Postes ne le fait pas. Mais, d'autre part, l'Administration prit à son compte la totalité des salaires des fonctionnaires employés à la surveillance des constructions, ce que ne faisait pas la Compagnie. Les comptabilités des deux administrations reposaient sur des bases très différentes, mais on peut cependant les comparer et présenter comme résultat les analyses suivantes établies sur les mêmes bases pour la Compagnie Nationale des Téléphone et le Post-Office.

L'année 1912-13 suit immédiatement la dernière année passée sous la direction de la Compagnie et reproduit aussi près que possible les mêmes conditions. Elle n'est pas soumise à l'influence perturbatrice de la règlementation du taux des salaires, qui suivit

Période	Vitesse moyenne de réponse par l'opérateur (1) (secondes)	Réponses à des appels en 10 secondes au moins. Pourcentage.	Appels infructueux faits par l'opérateur, par suite de « N° occupé », « non réponse », etc. Pourcentage.
Janvier-Juin. . . 1910	5,1	88,1	30,0
Juillet-Décembre 1910	5,3	89,1	30,5
Janvier-Juin. . . 1911	5,6	89,2	29,3
Juillet-Décembre 1911	6,0	87,8	31,2
Janvier-Juin . . 1912	5,8	86,1	26,8
Juillet-Décembre 1912	5,6	80,7	29,8
Janvier-Juin . . 1913	5,6	88,8	27,1
Juillet-Décembre 1913	5,2	89,5	25,1
Janvier-Juin. . . 1914	5,3	90,7	23,7
Juillet-Décembre 1914	5,1	91,9	23,75

(1) L'augmentation au 31 décembre 1911 était due à l'encombrement croissant résultant de l'interruption des travaux de construction.

Digitized by Google

le rapport sur le personnel des postes, et des conditions spéciales créées par la déclaration de guerre ; mais comme les organisations de l'Administration et de la Compagnie Nationale des Téléphones ne furent pas fusionnées avant le 1er octobre 1912, il y eut, pendant les six premiers mois de l'année financière, des recouvrements considérables, qui ne sont pas sans avoir faussé les conclusions qu'on pouvait tirer des résultats financiers.

Le deuxième point visé par M. Vail est que le service est très loin d'être satisfaisant.

Nous pouvons affirmer que ce service s'est progressivement amélioré depuis le transfert, et, à l'appui de cette affirmation, nous donnons ci-dessous un relevé de statistiques d'exploitation, se rapportant aux deux dernières années de la Compagnie Nationale des Téléphones, et aux années qui ont suivi le transfert ; étant entendu que ce rapprochement n'a nullement pour but d'insinuer qu'un progrès similaire n'aurait pas été accompli par la Compagnie si elle avait conservé la gestion de son entreprise.

Digitized by Google

Projets d'après-guerre dans les Postes et Télégraphes anglais [1]

PAR M. H. C. GUNTON,
Ingénieur principal au Post Office de Londres.

Bien que la fin des hostilités ne paraisse pas encore prochaine, on conviendra qu'il faut, dès maintenant, songer aux lendemains de la paix future et, dès maintenant, se préparer à la lutte commerciale qui, sans répit, va faire suite à la guerre d'usure.

Le problème d'une telle préparation comporte encore bien des inconnues. Nous ne pouvons prévoir l'importance des armées qu'il faudra garder mobilisées, ni évaluer dans quelle mesure l'exercice corporel et la vie au grand air auront orienté vers l'agriculture, des hommes confinés naguère dans un bureau ou dans un atelier. Nous ne savons pendant combien de temps l'emploi de la main-d'œuvre féminine devra compenser la disproportion numérique entre les deux sexes, ni quel temps d'arrêt pourra précéder l'essor nouveau des affaires.

On peut cependant admettre en toute assurance certaines considérations parmi lesquelles les suivantes :

1° La Grande-Bretagne doit d'urgence et sans perdre le moindre instant se munir des plus récents engins mécaniques pour être capable de soutenir la lutte contre les nations rivales ; toute négligence sur ce point livrerait son commerce aux mains de l'ennemi actuel, que son organisation scientifique a déjà si

(1) *The Telegraphe and Telephone Journal* (mars 1916).

Digitized by Google

bien servi. Et même, si nous admettons que l'Allemagne doive perdre sa puissance économique, la rivalité ne sera pas moins acharnée entre ceux qui désirent marcher sur ses traces.

2° L'installation de dispositifs mécaniques nécessite certaines dépenses qu'on ne doit pas engager à la légère. Mais il faut mettre en balance avec ces dernières d'une part les facilités d'exploitation obtenues à leur prix, de l'autre la possibilité d'assurer un plus grand trafic sans agrandissement dispendieux des locaux.

3° Réduire l'intervention manuelle semble à première vue peu compatible avec la nécessité de fournir du travail aux hommes qui reviendront des armées. En fait on a cependant toujours constaté l'effet contraire, les perfectionnements de l'outillage développent plus que tout autre facteur l'activité des usines, et l'augmentation du rendement individuel ne provoque jamais une réduction du personnel employé.

4° Des mécanismes auxiliaires contribueront dans certains cas au placement des hommes que nous devons tout spécialement protéger contre le chômage, je veux dire des blessés de la guerre. Bien des infirmes incapables d'exercer un métier nécessitant une certaine dépense de force pourront diriger une machine qui suppléera à leur faiblesse physique. C'est ainsi que les Allemands ont inventé de véritables mains magnétiques à l'usage des amputés des deux bras.

5° Autant que possible, on devra réaliser ces améliorations d'outillage au cours de la période qui suivra immédiatement la fin de la guerre. Une telle méthode permettra non seulement de mettre à plein profit l'élan commercial consécutif à la paix, mais aussi d'obvier à l'arrêt brutal du fonctionnement des usines de guerre. Une réorganisation du travail s'impose par suite du licenciement des armées et de la cessation du travail producteur de munitions ; l'idéal serait qu'elle soit réalisée d'une manière assez graduelle pour que tout chômage soit évité. Les sommes absorbées sous forme de salaires seront récupérées sous forme d'un outillage qui facilitera la réparation des dommages causés par la guerre. On devrait, en d'autres termes, passer sur place de

Digitized by Google

la fabrication des engins militaires à celle d'engins industriels dès que la provision des premiers sera devenue suffisante.

6° En ce qui concerne plus spécialement l'administration des Postes et Télégraphes, il ne faut pas oublier que la tâche de cette dernière est en rapport direct avec l'activité des échanges et que tout perfectionnement technique du service facilitant les opérations commerciales constitue un service effectif rendu aux intérêts nationaux.

Si par exemple l'emploi d'organes mécaniques arrive à augmenter la rapidité d'échange des télégrammes ou à diminuer le temps qui s'écoule entre la levée des lettres et le départ des trains postes, les frais d'établissement compteront pour bien peu de chose en regard du gain collectif réalisé.

7° Il résulte des considérations précédentes qu'il faut envisager avec une grande largeur de vue les avantages que peuvent apporter les mécanismes économiseurs de temps et de travail. On commettrait une grave erreur si l'on se bornait à calculer d'après les dépenses d'installation et d'entretien (y compris le coût de l'énergie absorbée) le prix de revient du travail par homme et unité de temps.

Ces principes étant établis devront encore être appliqués avec méthode si l'on veut en obtenir les meilleurs résultats possibles.

Une expérience vieille de six années me conduit à formuler à ce sujet les règles suivantes.

Les opérations postales étant d'une nature très spéciale et les améliorations tentées nécessitant une assez longue période d'études et d'essais, il est rare qu'une invention d'origine étrangère au service puisse être appliquée sans changement ou sans addition d'organes appropriés. Dans le cas des transporteurs *pick up*, bien que le type primitif ait subsisté presque intégralement l'application n'a réussi qu'après des modifications de détail et grâce à l'adjonction d'un système de courroies sans fin.

On pourrait énumérer une longue série de projets plus ou moins frustes et cependant ingénieux présentés par leurs inventeurs comme solutions définitives des problèmes du service postal. Quant aux systèmes conçus et étudiés dans l'Administration

Digitized by Google

même par quelque employé pratiquant un des cycles actuels d'opérations et de ce fait mieux adaptés à certaines exigences locales, leur promoteur possède rarement la connaissance d'ensemble des nécessités générales non plus que l'instruction et l'expérience technique indispensables à la mise sur pied d'un projet vraiment pratique.

Les chefs de grands services auxquels leurs fonctions facilitent l'assimilation de vues générales et complètes ne peuvent eux-mêmes, s'ils agissent isolément, se rendre compte exactement des buts à atteindre et des difficultés à surmonter. Par contre, leur action concertée pourra réaliser de grands progrès s'ils ne négligent pas d'étudier convenablement les questions locales. Au cours d'une telle collaboration, l'ingénieur n'oubliera pas que les dispositifs proposés par lui ne doivent en rien gêner la bonne exécution du travail ni diminuer les commodités de l'installation. Réciproquement les directeurs d'exploitation faciliteront la tâche de l'ingénieur en lui précisant autant que possible le genre d'appareils pouvant donner les meilleurs résultats.

Dans cette association du praticien et du technicien le premier ne doit pas se comporter en censeur indifférent mais en collaborateur dévoué du second, veillant à le mettre en garde dès l'origine contre des erreurs de fait ou de conception. S'il se bornait à de froides critiques, il méconnaîtrait son rôle et tout effort resterait stérile.

Une telle coopération facilitera la mise en œuvre d'idées nouvelles et l'introduction d'organes mécaniques dans les bureaux existants, mais il faudra pousser plus loin l'organisation lorsqu'il s'agira d'étudier le plan d'un nouvel office. Dans ce cas, il sera indispensable que l'autorité administrative coordonne avec soin les vues d'un chef d'exploitation expérimenté, les exigences du trafic local, les conditions d'emplacement possible, les idées de l'architecte et celles de l'ingénieur et cela tout au début de la mise en train du projet.

Il faudra, dès l'origine, prévoir l'introduction éventuelle de dispositifs mécaniques, sinon leur adjonction ultérieure pourrait être difficile et nécessiter des frais plus élevés, soit pour la modi-

Digitized by Google

fication des charpentes, soit pour tout autre détail. Cette coordination préparatoire à l'établissement des plans se recommande également lorsqu'il s'agit d'agrandir un bureau déjà construit.

Toutes ces considérations ont été enregistrées dans un ordre du jour adopté par le Comité *of Fitting*, en 1911. Le principe est donc reconnu. D'autre part, à mesure que l'on apprécie mieux les avantages des mécanismes auxiliaires du travail, ces derniers sont de plus en plus réclamés dans les services. Mais, il semble que leur application se soit faite jusqu'à présent à des occasions trop accidentelles et l'on devrait à l'avenir apporter plus de méthode dans les recherches et dans les essais de ce genre.

L'idée que je désire développer dans cet article est qu'il faudrait prendre des mesures immédiates pour assurer la bonne application des principes établis ci-dessus. On obtiendra ce résultat par l'action d'un comité formé de représentants des divers services intéressés veillant avec un soin attentif et permanent au perfectionnement des installations existantes, ainsi qu'à l'étude des projets d'agrandissement ou de créations nouvelles.

Un tel Comité, bien constitué, assurera la complète coordination en temps opportun de toutes les compétences les plus modernes et sera qualifié pour juger les résultats et noter les renseignements intéressants pour les applications futures. Il pourra mettre utilement un frein aux enthousiasmes excessifs et ses recommandations auront toute l'autorité désirable.

On comprendra qu'un tel organe rendrait des services encore plus effectifs, si le conseil en question se mettait dès maintenant à l'œuvre et parvenait à des conclusions assez définitives pour que l'on puisse tenir prêts à exécution, en fin de guerre, les plans et devis des installations futures.

Des dispositions pourront êtres prises si l'opportunité s'en manifeste pour que les machines puissent être construites, soit chez des fournisseurs particuliers déjà qualifiés et actuellement occupés aux munitions, soit dans les nouvelles usines de guerre fondées par l'État, ce qui aurait l'avantage d'atténuer la transition inévitable jusqu'à ce que le pays soit réadapté aux nouvelles conditions créées par la paix.

Digitized by Google

Même si cette utilisation des manufactures de guerre ne se présente pas comme avantageuse, on m'accordera, je l'espère, qu'il ne faut épargner aucun effort dans les recherches capables de nous assurer, au moins en ce qui concerne la Poste, et cela pour la date la plus prochaine, un outillage efficace d'où dépendra, en grande partie, notre suprématie d'après-guerre.

Digitized by Google

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

Instruction technique sur la construction et l'entretien des lignes aériennes.

Le Service d'études vient d'élaborer le projet d'une nouvelle instruction sur l'entretien des lignes aériennes.

L'œuvre de réfection des lignes dans les régions actuellement envahies aura en effet une importance exceptionnelle : jamais, peut-être, l'Administration ne s'est trouvée en présence d'un travail aussi considérable. Il était donc nécessaire de réviser les instructions sur la construction des lignes et de rassembler tous les textes qui s'y rapportent, de façon à mettre à la disposition des services d'exécution un document contenant des règles pratiques précises, exposées sous une forme aussi simple que possible.

Mais nos procédés actuels de construction ne sont plus compatibles avec les besoins nouveaux qui résultent du développement énorme de la téléphonie pendant ces dernières années. Ce développement incessant, qui ne semble pas devoir se ralentir, rendait nécessaire l'adoption de procédés nouveaux permettant d'augmenter la capacité des lignes ; il fallait également tenir compte des progrès que la théorie et l'expérience ont rendus dès maintenant réalisables. La nouvelle instruction mettra donc à profit les derniers perfectionnements introduits dans la technique

Digitized by Google

des courants faibles ; elle instituera des méthodes nouvelles de construction, différant des procédés actuels par un certain nombre de points qu'il est intéressant de signaler.

*
* *

Les lignes de quelque importance, aussi bien sur route que sur voie ferrée, seront construites en traverses. Toutes les lignes nouvelles, en consoles comme en traverses, seront armées en diagonales, c'est-à-dire que, les fils étant répartis par groupes de 4 placés aux sommets d'un carré, les fils d'un même circuit occuperont les extrémités d'une même diagonale.

En vue de l'augmentation de la capacité des lignes, l'Administration a été amenée à étudier la possibilité de serrer l'armement (1), c'est-à-dire à examiner quelles seraient les conséquences électriques et mécaniques de cette opération.

Au point de vue électrique, le rapprochement des fils entraîne une augmentation de l'affaiblissement sur chaque circuit téléphonique, par accroissement de la capacité de ce circuit et diminution de sa self-induction. Les calculs effectués par le Service d'études et de recherches techniques (2) ont montré que l'affaiblissement kilométrique n'augmente que de 3 à 4 % lorsqu'on passe de l'armement actuel à 40^{cm} à l'armement à 30^{cm}, mais qu'il augmente de 9 à 10 % lorsqu'on passe de l'armement à 40^{cm} à l'armement à 20^{cm}.

L'armement à 30^{cm}, qui n'augmente que d'une façon insignifiante l'affaiblissement des circuits tout en doublant presque la capacité des artères, convient donc bien au but que l'on se propose. C'est celui que prescrira la nouvelle instruction.

Au point de vue mécanique, il suffit, pour assurer la solidité des appuis et éviter l'accroissement des chances de mélange, de réduire suffisamment la longueur des portées. La portée normale

---

(1) On sait que la *distance d'armement* est la distance de deux fils voisins situés dans le même plan vertical ou dans le même plan horizontal.

(2) Voir *Annales des postes, télégraphes et téléphones*, septembre 1916 (page 318).

Digitized by Google

sera donc réduite de 60 à 50 mètres dans les alignements droits et de 40 à 30 mètres dans les courbes.

Mais en réduisant la longueur des portées, on augmente le nombre des appuis, et l'on accroît ainsi la perditance kilométrique de la ligne, les isolateurs devenant plus nombreux. En réalité, ainsi que l'a montré le Service d'études (1), l'augmentation de l'affaiblissement due à l'accroissement de la perditance, est tout à fait négligeable.

***

La réduction des portées permettra de diminuer les tensions des fils. Actuellement, les fils sont tendus avec un coefficient de sécurité de 5 à la température de 10°; aux basses températures, le coefficient de sécurité n'est plus que de 2,5.

Les nouvelles tensions ont été choisies de façon que le coefficient de sécurité soit de 3,5 à la température de — 20°. On a ainsi diminué d'une manière appréciable les tensions des fils, et, par suite, les efforts auxquels sont soumis les appuis.

L'arrêtage des fils, en ligne courante, se fera *tous les deux appuis.*

Les règles de consolidation des appuis d'angles formulées par la nouvelle instruction technique résultent de l'application des principes de la résistance des matériaux, tout en tenant compte des procédés actuels de consolidation.

Enfin des dispositions nouvelles ont été introduites relativement à la consolidation dans les alignements droits.

***

Les bruits parasites, sur les circuits téléphoniques, proviennent soit de dérivations des courants existant dans les autres fils ou circuits de la ligne, soit de l'induction produite par ces mêmes courants.

---

(1) Voir *Annales des postes, télégraphes et téléphones*, septembre 1916 (page 323).

Digitized by Google

Les fils mal isolés sont seuls susceptibles de dérivation de courant. Les défauts d'isolement sont rares en pleine ligne, quand l'entretien est bien assuré. Ils sont plus fréquents aux points singuliers de la ligne : guérites de coupure, guérites de raccordement des lignes aériennes aux lignes souterraines, entrées des bureaux, etc... ; il y aura donc lieu de soigner d'une manière toute spéciale la construction de ces divers points faibles.

L'induction mutuelle est, en matière de lignes téléphoniques, un point particulièrement délicat. On sait qu'on la combat en faisant subir des rotations aux divers circuits d'une même ligne. Les effets d'induction sont annulés après un certain nombre de rotations ; l'anti-induction est d'autant plus parfaite que la longueur occupée sur la ligne par ce nombre de rotations est plus courte. Suivant les dispositions contenues dans la nouvelle instruction, deux circuits simples *voisins*, placés ou non sur la même traverse, devront être anti-inductés entre eux après une longueur maximum de 4 kilomètres. Deux circuits simples quelconques seront anti-inductés entre eux après une longueur de 16 kilomètres au maximum.

L'induction produite par les courants télégraphiques sur les circuits téléphoniques, et c'est la plus dangereuse, sera nulle sur toute section de 4 kilomètres.

* * *

Les lignes interurbaines ne sont pas constituées par des fils aériens sur toute leur longueur. Les circuits téléphoniques importants entrent en coupure dans plusieurs bureaux ; c'est généralement par des lignes souterraines qu'ils y sont amenés.

Chaque section souterraine introduit un affaiblissement supplémentaire. Lorsque plusieurs sections souterraines sont intercalées sur une longue ligne, il arrive que l'affaiblissement supplémentaire ainsi introduit augmente d'une quantité importante celui de la ligne aérienne : l'intensité de l'audition est sérieusement diminuée.

Ces inconvénients peuvent être évités en partie par l'emploi

Digitized by Google

de câbles pupinisés ou de câbles du système Krarup, suivant le cas ; mais, dans l'état actuel de la technique, il sera nécessaire de faire une étude dans chaque cas particulier. Une autre solution consiste dans la suppression totale des sections souterraines : l'emploi des dispositifs de coupure à distance, dont plusieurs modèles satisfaisants sont établis, permettra de relier directement les deux sections d'une ligne aboutissant à une même guérite, sans les introduire au bureau pendant le service courant, et tout en réservant la possibilité du renvoi au bureau au moment où les essais devront être faits.

De nombreux défauts se sont produits dans des guérites de coupure, construites d'une façon défectueuse. Les dispositions adoptées dans ces dernières années par le Service extra-muros de la région de Paris marquent un grand progrès et devront être généralisées sur l'ensemble du réseau.

Il en est de même pour les guérites de raccordement des lignes aériennes aux lignes souterraines.

La recherche des dérangements est aussi facilitée par l'emploi des poteaux de coupure. Il est indispensable de veiller à ce que les fils soient reliés à ces poteaux d'une manière parfaite.

Les guérites de coupure seront intercalées sur les lignes tous les 80 ou 100 kilomètres environ. La section d'une même ligne comprise entre deux guérites de coupure successives doit être armée d'une manière absolument uniforme. Entre les guérites, des poteaux de coupure devront être placés de manière à se trouver distants d'une vingtaine de kilomètres.

Les sections aériennes urbaines intercalées sur les grands circuits doivent présenter les mêmes conditions de sécurité que la ligne sur poteaux. Ceci exige que la ligne urbaine ait une stabilité suffisante, qu'elle ne soit pas placée au voisinage des lignes de transport ou de distribution d'énergie, et enfin qu'on y puisse conserver l'armement de la ligne sur voie ferrée, avec fils placés en diagonale et continuation des rotations à l'intérieur du réseau.

Lorsque ces conditions ne pourront être remplies, il faudra, si l'entrée au bureau ne peut être évitée, employer des câbles souterrains pupinisés ou des câbles du système Krarup.

Digitized by Google

* * *

La présence de lignes de transport ou de distribution d'énergie augmente les difficultés de la construction, en obligeant à prendre des dispositions particulières. D'une manière générale, les lignes aériennes doivent être éloignées autant que possible des lignes de distribution. Les croisements doivent être réduits au minimum, et en ces points les lignes de l'État doivent se trouver au-dessous des lignes d'énergie.

* * *

Indépendamment des prescriptions nouvelles, l'Instruction contiendra des renseignements pratiques utiles au constructeur : en particulier, la description du matériel y sera faite d'une manière complète, avec croquis cotés indiquant nettement les dimensions des pièces et la manière de les assembler pour établir un appui. Elle constituera ainsi un manuel complet de construction des lignes.

Nouveau fil de répartiteur recouvert de caoutchouc, soie et ramie.

A la suite de l'incendie de Gutenberg, l'Administration adopta pour les répartiteurs un fil à deux conducteurs recouverts de coton ignifugé. Ce fil, portant le numéro de nomenclature 281-26, s'est révélé comme très défectueux au point de vue de la tendance à s'imprégner d'humidité. Il en résultait des boucles et des défauts d'isolement à tel degré que le fil ignifugé constituait le principal point faible des installations.

En 1915, l'Administration a poursuivi des recherches, avec la collaboration de l'industrie, pour étudier la création d'un fil présentant un meilleur isolement et les mêmes garanties d'incombustibilité que le fil 281-26.

Dans ce nouveau fil, chaque conducteur est isolé par une couche de caoutchouc, deux guipages de soie, et recouvert d'une

Digitized by Google

tresse de fil de ramie ignifugée. Les deux conducteurs sont câblés ensemble.

Un échantillon en fut examiné au laboratoire du dépôt central, où il fut reconnu que son isolement était considérablement supérieur à celui du fil 281-26. Un essai d'emploi du fil sous caoutchouc, soie et ramie, fut fait à Paris sur une petite échelle, et, en présence des résultats satisfaisants qu'il donna, un essai plus vaste fut entrepris dans seize départements. L'essai porta sur 100 kilomètres de fil et la durée en fut fixée à un an.

L'avis des directeurs des départements dans lesquels l'essai a été entrepris est unanime en faveur du fil sous caoutchouc, soie et ramie.

Le Comité technique des Postes et Télégraphes, saisi à son tour de cette question, dans sa séance du 4 novembre 1916, a émis l'avis qu'il y a lieu d'adopter le fil sous caoutchouc, soie et ramie, en remplacement de l'ancien fil ignifugé n° 281-26.

Digitized by Google

Le service postal, télégraphique et téléphonique
DANS LES ADMINISTRATIONS ET LES ARMÉES
DES PAYS ENNEMIS

Le service postal en Belgique occupée.

De septembre à décembre 1914. — Le service postal avait cessé dès l'occupation du pays, sauf à Bruxelles où s'effectuait une distribution restreinte des lettres. Toutefois, au début de septembre 1914, on avait organisé en Belgique un service dépendant de l'Administration centrale de Berlin. Cette Administration s'était aussitôt mise en rapport avec les autorités postales et télégraphiques locales pour la reprise du service avec le concours des employés belges. On se proposait tout d'abord d'assurer l'expédition de lettres ouvertes (ordinaires et recommandées) entre les grandes villes de Belgique et l'Allemagne ainsi qu'un service purement local à l'intérieur des villes belges. Semblable extension devait être donnée plus tard au service télégraphique. Les taxes admises furent pour le service intérieur celles en vigueur en Belgique; et pour les relations entre la Belgique et l'Allemagne, celles prévues par l'Union postale universelle. Les objets de correspondance étaient affranchis au moyen de timbres allemands avec, en surcharge, le mot « Belgique » et l'expression de la valeur en centimes. Les timbres de 3, 5, 10 et 20 pfennigs furent vendus respectivement 3, 5, 10 et 25 centimes et les cartes postales à 5 pfennigs, 5 centimes. Le produit de la vente des timbres et de la taxe des télégrammes était destiné à couvrir les frais d'administration. L'espoir que l'on nourrissait de trouver

Digitized by Google

suffisamment d'agents belges pour l'exécution du service ne se réalisa pas tout d'abord, par suite d'une interdiction émanant du Ministre des Postes de Belgique. Le service dut par conséquent être exclusivement assuré au début par des agents allemands que l'on détacha de la métropole. On comptait 500 unités au commencement d'octobre 1914. Vers la même époque le bureau installé dans les locaux de la Poste centrale de Bruxelles fut ouvert mais le service de distribution ne put être assuré parce que les facteurs de Bruxelles avaient refusé leur collaboration. Bientôt l'organisation fut étendue à d'autres villes, par exemple à Mons et sa banlieue, à Verviers, à Liège et à la région avoisinante.

Au milieu de novembre, des bureaux tous en relation entre eux, avec l'Allemagne et avec le front, fonctionnaient dans les localités importantes. Les troupes d'occupation, en résidence dans les localités privées de bureaux, retiraient leur courrier du bureau le plus rapproché ou le recevaient de ce bureau par voie ferrée, par automobiles ou par voitures à chevaux. A ce moment on organisa également à Bruxelles une distribution par jour, qui fut effectuée par 50 Allemands connaissant les lieux. Les envois journaliers du nouveau service de Bruxelles s'élevaient à 30.000.

Au milieu de décembre, 860 employés allemands des Postes et Télégraphes (y compris les ouvriers des lignes) étaient en fonctions. Des bureaux étaient installés à l'ouest du pays, à Bruges, à Courtrai et à Tournai (dans ces régions occidentales le service continue toutefois à être exécuté aussi par la poste aux armées et la télégraphie d'étapes). Le service ambulant s'effectuait sur les lignes de chemins de fer, dans des wagons belges.

De janvier à avril 1915. — Au début de janvier 1915, 92 localités étaient dotées de bureaux où le service fonctionnait avec des cadres étrangers. On avait tout d'abord songé aux grandes agglomérations urbaines, puis aux localités jusque là desservies par la Poste aux armées ; on en vint ensuite aux chefs-lieux administratifs des districts et enfin aux endroits auxquels des relations économiques étroites avec des centres voisins conféraient une certaine importance.

De janvier à avril 1915, le service des abonnements aux jour-

Digitized by Google

naux et revues allemandes fut organisé. Le service postal et télégraphique entre la Belgique et le Luxembourg fonctionna dans les mêmes conditions qu'entre la Belgique et l'Allemagne. Cette dernière mesure mit la première fois la Belgique en relation avec un pays non directement intéressé à la guerre.

Le service de la télégraphie privée entre l'Allemagne et la Belgique, d'abord limité à Bruxelles, et à Verviers, fut étendu ensuite aux localités de la banlieue et de la région de Bruxelles, de Verviers, de Liège et d'Anvers. Le Télégraphe et le Téléphone étaient jusque là destinés à l'armée et aux autorités civiles.

Les travaux de rétablissement furent longs et difficiles. Le service put être réinstallé au central télégraphique de Bruxelles dans la seconde moitié de novembre 1914.

Les bureaux téléphoniques des grandes villes belges furent bientôt remis en état et ouverts au service des autorités et des troupes. Au début de janvier 1915, les lignes télégraphiques et téléphoniques s'étendaient déjà sur 6.700 kilomètres pour le Télégraphe et 1.900 kilomètres pour le Téléphone.

L'augmentation du nombre des bureaux rendit nécessaire une décentralisation des affaires traitées jusque là par la Direction de Bruxelles et la création de neuf bureaux de cercle dans les chefs-lieux, à savoir Bruxelles, Anvers, Liège, Namur, Mons, Charleroi, Verviers, Louvain et Hasselt. Les receveurs de ces bureaux furent chargés de rechercher les besoins de leur cercle, d'organiser le service des dépêches sur les routes et les voies ferrées, de collaborer avec les autorités et de coopérer, selon leurs moyens, à la reprise des affaires dans leur circonscription. Ces bureaux de cercle centralisaient en même temps la comptabilité et les versements des autres bureaux (100 environ) qui leur étaient rattachés. En ce qui concerne 350 localités de moindre importance où le trafic était d'abord assez faible, on se contentait d'y lever les lettres et de les diriger sur le bureau le plus proche qui, à son tour, acheminait sur ces localités les lettres qui y étaient adressées. La distribution s'y effectuait par les soins des mairies.

Digitized by Google

Le service des mandats fut instauré en janvier, d'abord dans les relations intérieures, puis entre la Belgique et l'Allemagne. Vers le même temps eut lieu, entre Bruxelles, Aix-la-Chapelle et Berlin, l'installation du système de télégraphie rapide Siemens qui permet la transmission simultanée, sur le même fil, de 600 signaux dans les deux sens en une minute.

De février à fin avril 1915. — 656 bureaux s'ajoutèrent aux 453 antérieurement ouverts; les 1.100 bureaux qui existaient autrefois sur le territoire du gouvernement général furent ainsi tous remis en service.

L'organisation du service ambulant sollicita dès le début l'attention de l'Administration. Jusqu'à la fin d'avril 1915, il y avait 75 trains-poste par jour, ordinaires ou express. Sur quelques trains fonctionnaient en outre des bureaux ambulants, rattachés à la Direction supérieure de Cologne, qui effectuaient principalement le service de transit avec le front occidental, mais étaient utilisés aussi pour le service intérieur belge. Ces bureaux ambulants avaient d'abord été rattachés à des bureaux sédentaires situés soit à leur point de départ, soit à leur point terminus. Mais ensuite il devint nécessaire de concentrer la direction et la surveillance de tout le service ambulant en Belgique ; on créa à cet effet, en mai, une Direction spéciale ayant son siège à Bruxelles.

L'accroissement du service des mandats détermina, en mars, l'introduction d'autres catégories de timbres-poste. Aux timbres de 3, 5, 10 et 20 pfennigs s'ajoutèrent des timbres de 40, 60, 80 pfennigs, d'un mark et de deux marks. On mit, en outre, en circulation des cartes-lettres à 10 pfennigs, des cartes postales simples à 5 et 10 pfennigs et des cartes postales avec réponse payée à 10 et 20 pfennigs. Pour faciliter au public l'achat des figurines postales, on créa des bureaux officiels de vente dans certains établissements de commerce convenablement choisis.

A la fin d'avril 1915, l'Administration des Postes était chargée du transport de presque tous les journaux envoyés de la métropole en Belgique ; ce transport s'effectuait tout d'abord par automobile ou par voie ferrée, au titre de correspondance militaire.

Digitized by Google

Depuis ce temps, les éditeurs de journaux allemands se servent de la poste pour approvisionner en gros leurs maisons de vente en Belgique. Les vendeurs retirent leurs journaux directement aux wagons aussitôt l'arrivée des trains. Le service des abonnements par la poste aux journaux allemands fonctionne depuis le 1er avril dans tout le gouvernement général.

D'après une statistique dressée le 1er avril, 595.000 envois parvenaient quotidiennement et 498.000 étaient journellement expédiés.

Le réseau des lignes télégraphiques s'accrut de 3.000 kilomètres de février à avril, ce qui porta à 33.000 kilomètres le développement des lignes télégraphiques et téléphoniques. L'armée, puis les autorités civiles firent de plus en plus usage du télégraphe ainsi que la population, surtout après qu'on eût organisé, en mars, un service limité de télégraphie privée dans les relations intérieures belges.

De mai à juillet 1915. — Au commencement de juillet, un édit du Gouverneur général fit revivre l'Administration supérieure de la Marine, des Postes et des Télégraphes de Belgique. La correspondance avec le Ministère belge et avec toutes les autres autorités belges est rédigée exclusivement en allemand. En avril 1915 le Gouverneur général a prohibé formellement l'usage du français dans la correspondance avec les autorités belges.

Le nombre des localités dotées de bureaux s'élevait maintenant à 1.145. On porta à 8 pour Anvers, à 7 pour Bruxelles et à 4 pour Liège le nombre des recettes urbaines créées en vue de dégager les bureaux centraux dans ces grandes villes. Le total des mandats émis en juin par les bureaux allemands en Belgique et originaires soit de la Poste aux armées, soit des particuliers, s'élevait à 152.000 et à une somme de peu supérieure à 14.375.000 francs.

On peut juger de l'accroissement du nombre des correspondances ordinaires par l'augmentation du nombre des lettres recommandées qui, au départ, a triplé, passant de 24.000 en janvier à 84.000 en juin, et qui, à l'arrivée, a plus que sextuplé,

Digitized by Google

passant, dans le même laps de temps, de 14.000 à 92.000. Toujours dans la même période de janvier à juin, le nombre des abonnés aux journaux a quadruplé, passant de 10.000 à 43.000. La correspondance de la population belge avec les prisonniers de guerre en Allemagne a pris également une extension constante : dans les grands centres même son expédition a nécessité la création de services spéciaux.

Les bureaux de cercle contrôlent tous les établissements de poste de leur cercle à personnel exclusivement belge et centralisent leur comptabilité ; ils sont en rapports constants avec les receveurs et veillent à l'exécution uniforme des règlements administratifs qui sont rédigés en trois langues.

Le régime des franchises postales avait pris en Belgique une telle extension qu'une grande partie des envois ne payait aucune taxe. Certaines franchises s'étendaient à tout le royaume, d'autres étaient limitées à certaines circonscriptions administratives différentes elles-mêmes suivant les juridictions. Il y avait des franchises de provinces, d'évêchés, de corps d'armée, de cours d'appel, etc... La franchise était concédée non seulement aux administrations de l'État et des communes et à leurs employés, mais encore à de simples particuliers et à des entreprises privées.

En dehors des autorités militaires et civiles allemandes, la franchise n'est accordée actuellement qu'aux autorités de l'État belge pour leur correspondance de service et aux autorités communales belges pour la correspondance officielle concernant les affaires d'État. Les plis émanant des autorités belges (communales ou d'État) admises à l'expédition en franchise, doivent porter, outre la griffe officielle de ces autorités, la mention « Service d'État » (*Staatsdienstsache*), et être remises ouvertes comme les correspondances de la population civile.

Les envois antérieurs à la guerre, que l'on trouva dans plusieurs bureaux, furent examinés par la censure militaire, puis triés et expédiés ou distribués. Certains de ces envois, en instance à Anvers, portaient des visas de la censure anglaise. De grandes quantités de colis en instance à Bruxelles et à Anvers furent acheminés sur leur destination, dans la mesure du possible.

Digitized by Google

D'août à octobre 1915. — Les attributions du Ministère des Postes et des Télégraphes, rétabli en juillet, s'élargissent ; il s'occupe surtout du Personnel qui compte 19.000 unités.

Indépendamment des questions de personnel, le Ministère est chargé de reprendre l'arriéré, et de liquider et apurer les comptes antérieurs à la guerre.

Le service postal se développe sur tout le territoire ; la distribution urbaine et rurale est améliorée grâce à un renfort de personnel et à la réduction des parcours.

L'expédition des courriers est l'objet d'études approfondies. La mise en marche de nouveaux trains rapides et une large utilisation des chemins de fer à voie étroite permettent d'accélérer le trafic.

A la fin de septembre a été organisée la distribution des lettres par exprès dans les villes et dans les campagnes ; ce mode de distribution est en même temps étendu aux relations avec l'Allemagne et avec les autres pays correspondant avec la Belgique. Le service des boîtes d'abonnés est rouvert dans les grandes agglomérations comme Anvers, Bruxelles, Liège, Verviers, ce qui donne satisfaction aux commerçants désireux de retirer leur courrier même en dehors des heures d'ouverture des guichets. Le 1er septembre un service de recouvrements est organisé sur le modèle des remboursements en Allemagne. A partir du 1er octobre est créé un service d'abonnement et de vente par poste, en sorte qu'on peut se procurer désormais à la poste les journaux et revues belges dont la publication est autorisée sur le territoire occupé.

Au début, l'échange des lettres entre la population belge et l'Allemagne était étroitement limité. Bruxelles et Verviers seules purent d'abord correspondre avec l'Allemagne, puis peu à peu Liège, Anvers, Hasselt, Welkenraedt, la banlieue et les environs de Bruxelles, de Liège et de Verviers. A partir du 1er septembre, on admit d'autres bureaux au service international. Depuis lors, un service de lettres avec l'Allemagne fonctionne régulièrement dans les villes de Turnhout, Charleroi, Mons, Namur, Arlon, Bastogne, Hal, Libramont, Louvain,

Digitized by Google

Marche, Neufchâteau, Ottignies, Soignies, Tirlemont et leur banlieue.

La Belgique est en relations postales avec l'Autriche-Hongrie, la Bosnie-Herzégovine, le Luxembourg, les Pays-Bas, le Danemark, la Suisse, la Suède et la Norvège; 261 bureaux belges participent à ce service. Tous ces bureaux sont admis à l'échange des mandats avec ces mêmes pays, la Suisse et la Norvège exceptées. Les langues autorisées dans la correspondance sont l'allemand, le flamand, le hollandais et le français.

Jusqu'à présent, la Poste aux armées utilisait, en règle générale, les trains-poste ayant le même horaire que les trains de marchandises; à présent les objets de correspondance sont transportés, autant que possible, par les bureaux ambulants attelés à des rapides; elle prend ainsi l'avance sur la poste aux colis qui est moins urgente.

Sous le rapport de la construction et de l'entretien des installations télégraphiques et téléphoniques, la Belgique a été divisée en 27 circonscriptions. Chaque circonscription est placée sous les ordres d'un conducteur des travaux qui emploie à titre permanent une ou plusieurs équipes. Les appareils des bureaux ont été depuis longtemps remis en état. Les dérangements, qui étaient le fait de la guerre, ont été complètement réparés. A l'heure actuelle on utilise 2 télégraphes rapides Siemens, 40 télégraphes imprimants Hughes, 85 Sounders et Morse et 4.000 appareils téléphoniques.

Comme les envois par poste, les télégrammes sont soumis à la censure militaire. Le nombre des télégrammes expédiés et reçus s'élève à 102.000 par mois.

Relèvement des tarifs postaux en Belgique.

Depuis le 1er juin dernier, les tarifs pour les lettres et cartes postales circulant dans l'intérieur de la Belgique ont été relevés. L'affranchissement des lettres et des cartes-lettres jusqu'à 20 grammes est porté de 10 à 15 centimes. La taxe par 20 grammes ou fraction de 20 grammes en excédent, soit 10 cen-

Digitized by Google

times, n'a pas été modifiée. Les cartes postales sont vendues 8 centimes (au lieu de 5), soit 16 centimes pour les cartes postales avec réponse payée. La taxe de recommandation des envois reste fixée à 25 centimes. Pour les lettres et cartes postales non ou insuffisamment affranchies, on perçoit sur le destinataire le double de l'insuffisance d'affranchissement, en arrondissant la taxe jusqu'à un multiple de 5. On envisage également à bref délai un relèvement des tarifs postaux et télégraphiques dans le gouvernement général de Varsovie.

Publication d'une Instruction des Postes en Belgique.

L'Administration allemande des Postes et Télégraphes de Belgique a édité une Instruction des Postes pour la Belgique qui, outre la nomenclature des bureaux, renferme les dispositions les plus importantes relatives au service postal et télégraphique dans l'intérieur du pays, ainsi que dans les relations entre la Belgique et l'extérieur.

Surtaxes postales, télégraphiques et téléphoniques en Allemagne.

En vertu d'une loi promulguée le 21 juin 1916 et entrée en vigueur le 1er août suivant, certains articles postaux et télégraphiques ont été frappés d'une surtaxe, dont le revenu annuel évalué à 250 millions pour les trois administrations allemandes (Empire, Bavière et Wurtemberg) sera versé au Trésor ; il s'agit d'un impôt extraordinaire destiné à rétablir l'équilibre dans le budget de 1916.

Le tableau ci-après (pages 518-519) indique à la fois les articles frappés, le montant de la surtaxe, son pourcentage ainsi que les tarifs nouveaux appliqués depuis le 1er août, par envoi transmis ou par opération effectuée.

Sont exemptés de cet impôt :

1° Les envois originaires ou à destination de militaires ou de

Digitized by Google

marins et qui, en vertu des règlements existants, bénéficient de la franchise ou d'une modération des taxes ;

2° Les envois à destination de l'étranger régis par des conventions et des arrangements spéciaux prohibant la perception de toutes surtaxes ou de tous droits nouveaux (art. 12, paragraphe 3 de la Convention Postale Universelle du 26 mai 1906 et arrangements annexes. Art. 10 de la Convention Télégraphique Internationale de Saint-Pétersbourg du 22 juillet 1875).

OBSERVATIONS

I. — Les règles du droit budgétaire exigeraient que l'on emploie, pour l'impôt d'Empire, des timbres spéciaux, collés sur les envois à côté des figurines postales. Pour des raisons de simplification et pour ne pas gêner le public, il a été décidé de n'utiliser que des timbres-poste dans tous les cas où le public fait ordinairement usage de ces figurines. On a donc émis des nouvelles vignettes de 2 pfennigs 1/2 (grises) 7 pfennigs 1/2 (orange) 15 pfennigs (ocre), des cartes postales à 7 pfennigs 1/2 (orange) et des carnets de 30 timbres de 2 pfennigs 1/2 vendus 75 pfennigs.

II. — Les fractions de pfennigs sont portées au pfennig entier lorsqu'il s'agit des taxes téléphoniques, des envois non ou insuffisamment affranchis et de la taxe de collationnement des télégrammes. Ainsi l'on perçoit 8 pfennigs au lieu de 7 pfennigs 1/2 prévus (soit 10 centimes au lieu de 9 centimes 3/8) pour une carte postale ou une lettre non affranchies circulant dans la même localité et émanant d'une autorité administrative ne possédant pas la franchise avec le destinataire.

III. — Il n'a rien été changé aux tarifs des imprimés, des papiers d'affaires et des échantillons isolés ou groupés, pas plus qu'à ceux des mandats, des journaux et des chèques. Toutefois les lettres adressées par les titulaires d'un compte à leur bureau de chèque devront être affranchies 7 pfennigs 1/2 (soit 9 centimes 3/8) et assimilées ainsi aux lettres circulant dans la même localité.

Digitized by Google

IV. — En règle générale, les nouveaux timbres-poste dont la valeur nominale comporte des fractions de pfennigs ne sont délivrés qu'en quantités divisibles par 2, qu'il s'agisse de figurines de même valeur ou de valeurs différentes à moins que le public n'exprime formellement le désir de n'en prendre qu'un seul ; dans ce cas on lui fera payer le pfennig entier.

Les distributeurs de timbres de 5 pfennigs et de cartes postales ont été modifiés de façon à donner, contre une pièce de 10 pfennigs, un timbre de 7 pfennigs 1/2 et un de 2 pfennigs 1/2, ou bien une carte postale à 7 pfennigs 1/2 et un timbre de deux pfennigs 1/2. Quand l'approvisionnement des bureaux en nouvelles figurines a été terminé (1), on a fabriqué, à l'usage du service des taxes, des rouleaux garnis des nouveaux timbres à 7 pfennigs et à 15 pfennigs.

---

(1) Plus d'un milliard de francs de nouveaux timbres a été émis pour parer aux premiers besoins.

TABLEAUX DES NOUVEAUX TARIFS

Digitized by Google

TABLEAU DONNANT LES TARIFS NOUVEAUX
DES ARTICLES POSTAUX
TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES SURTAXÉS.

Nos d'ordre	ARTICLES SOUMIS A LA SURTAXE	Montant de la surtaxe exprimé		Tarifs nouveaux exprimés		Pourcentage
		en pfennigs	en centimes	en pfennigs	en centimes	
1	**LETTRES** circulant dans les limites de la circonscription d'un bureau (jusqu'à 250 gr.)					
	affranchies	2 1/2	3 1/8	7 1/2	9 3 8	50 %
	non affranchies	5	6 1/4	15	18 3 4	50 %
	Pour toutes autres destinations : port simple jusqu'à 20 g. incl.)					
	affranchies	5	6 1/4	15	18 3/4	50 %
	non affranchies	10	1 21/2	25	31 1 4	66 %
	port double (au-dessus de 20 g. jusqu'à 250 gr.)					
	affranchies	5	6 1/4	25	31 1 4	50 %
	non affranchies	10	12 1 2	35	43 3 4	40 %
2	**CARTES POSTALES**					
	affranchies	2 1 2	3 1 8	7 1 2	9 3 8	50 %
	non affranchies	5	6 1 4	15	18 3 4	50 %
3	**COLIS POSTAUX** (jusqu'à 5 kg.)					
	Dans la 1re zone (75 kil.)	5	6 1 4	30	37 1 2	20 %
	Pour toutes autres destinations.	10	12 1 2	60	75	20 %
	COLIS POSTAUX (au-dessus de 5 kil.)					
	Dans la 1re zone (75 kilom.)	10	12 1 2	varient avec le poids.		66%(1)
	Pour toutes autres destinations.	20	25			25%(2)
4	RECOUVREMENTS	5	6 1 4	35	43 3/4	16 %

N. B. — (1) 66 % pour les colis entre 5 et 10 kilogr. — (2) 25 % pour les colis entre 5 et 10 kilogr. — Au delà de 10 kilogr., le prix varie suivant la zone par chaque kilogramme excédant.

Digitized by Google

Nos d'ordre	ARTICLES SOUMIS A LA SURTAXE	Montant de la surtaxe exprimé en pfennigs	Montant de la surtaxe exprimé en centimes	Tarifs nouveaux exprimés en pfennigs	Tarifs nouveaux exprimés en centimes	Pourcentage
	LETTRES DE VALEUR DÉCLARÉE					
5	Dans la 1re zone (75 kilom.). . .	5	6 1/4	25 (1)	31 1/4 (1)	25 %
	Pour toutes autres destinations.	10	12 1/2	50 (1)	62 1/2 (1)	25 %
	CORRESPONDANCES PNEUMATIQUES					
6	Lettres	5	6 1/4	35	43 3/4	16 %
	Cartes	5	6 1/4	30	37 1/2	20 %
	TÉLÉGRAMMES circulant dans l'intérieur d'une même ville ou dans les limites de la distribution du bureau de dépôt :					
	jusqu'à 5 mots inclus, par mot.	2 (2)	2 1/2 (3)	5 (4)	6 1/4 (5)	66 %
	de 6 à 10 mots inclus, par mot.	2	2 1/2	2 (6)	2 1/2 (6)	66 %
7	au delà de 10 mots, par mot.	2	2 1/2	5	6 1/4	66 %
	Pour toutes autres destinations :					
	jusqu'à 5 mots inclus, par mot.	2	2 1/2	7 (7)	8 3/4 (8)	40 %
	de 6 à 10 mots inclus, par mot.	2	2 1/2	2 (9)	2 1/2 (9)	66 %
	au delà de 10 mots, par mot.	2	2 1/2	7	8 3/4	40 %

N. B. — (1) A ce tarif il faut ajouter le droit d'assurance (5 pf. par 300 Marks ou fraction de 300 Marks, minimum 10 pf., qui n'a pas été modifié; et, pour les lettres de valeur déclarée non affranchies, la taxe supplémentaire de 10 pf. (12 cent. 1/2. — Les boîtes de valeur déclarée sont également soumises à la surtaxe.

(2) Minimum 10 pf. par télégr. — (3) Minimum 12 cent. 1/2 par télégr. — (4) Minimum 40 pf. par télégr. — (5) Minimum 50 centimes par télégr.

(6) Entre 6 et 10 mots, un télégramme coûte donc 42, 44, 46, 48 et 50 pf., soit 52 1/2, 55, 57 1/2, 60 et 62 centimes.

(7) Minimum 60 pf. par télégr. — (8) Minimum 75 cent. par télégr.

(9) Entre 6 et 10 mots, un télégramme coûte donc 62, 64, 66, 68 et 70 pf., soit 77 1/2, 80, 82 1/2, 85 et 87 cent. 1/2.

Digitized by Google

Nos d'ordre	ARTICLES SOUMIS A LA SURTAXE	Montant de la surtaxe exprimé en marks et pfennigs	Montant de la surtaxe exprimé en francs et centimes	Tarifs nouveaux exprimés en marks et pfennigs	Tarifs nouveaux exprimés en francs et centimes	Pourcentage
	TÉLÉPHONES					
	Abonnements annuels forfaitaires					
	Petits réseaux (jusqu'à 50 abonnés ou localités privées de réseaux.	8 M	10 fr.		110 fr.	10 %
	Réseaux comportant de 50 à 20.000 abonnés et au-dessus, par poste dont la distance au bureau qui établit la communication ne dépasse pas 5 kil.	de 10 M à 18 M	de 12.50 à 22.50	de 110 à 198 M (1)	de 137.50 à 247.50 (1)	10 %
	Abonnements annuels à conversations taxées					
	Réseaux jusqu'à 1000 abonnés.	6 M	7.50	66 M	82.50	10 %
	— de 1000 à 5000 abonnés.	7 M 50	9.37	82 M 50	103.12	10 %
	— de 5000 à 20.000 abonnés	9 M	11.25	99 M	123.75	10 %
	— au-dessus de 20.000 abon.	10 M	12.50	110 M	137.50	10 %
8	**Communications locales à partir des postes d'abonnés à conversations taxées.**					
	Par communication	1 2 pf	0.00625	5 pf 1 2	6 c. 7 8	10 %
	Communications échangées à partir des cabines publiques					
	par unité de conversation (3 minutes).					
	Pour la même localité ou pour une localité limitrophe (service urbain)	1 pf	0.0125	11 pf.	13 c. 3 4	10 %
	Service suburbain (distance maximum 25 kilomètres.	2 pf	0.025	22 pf.	27 c. 1/2	10 %
	Communications interurbaines					
	par unité de conversation (3 minutes).					
	(échangées à des distances supérieures à 25 kilomètres entre réseaux différents ou localités différentes pourvues de cabines publiques).	de 2 à 20 pf.	de 0.025 à 0.25	de 22 pf à 2 M 20 (2)	de 27 c 1 2 à 2.75 (2)	10 %

(1) Les tarifs, pour ces réseaux, sont calculés comme suit :

Entre	50 et	100 abonnés,	110 Marks par poste,	soit Fr.	137.50
—	100 et	200 abonnés,	132 — —	— »	165.00
—	200 et	500 abonnés,	154 — —	— »	192.50
—	500 et	1000 abonnés,	165 — —	— »	206.25
—	1000 et	5000 abonnés,	176 — —	— »	220.00
—	5000 et	20000 abonnés,	187 — —	— »	233.75
Au-desus de		20.000 abonnés,	198 — —	— »	247.50

(2) Les tarifs pour les communications interurbaines s'échelonnent comme suit :

Jusqu'à	25 kilom.,	22 pf	27 c. 1/2	Jusqu'à 500 kil.,	1 M 10 pf. (1 fr. 375)
—	50 —	27 1/2	34 c. 3 8	— 1000 —	1 M 65 pf. (2 fr. 0625)
—	100 —	55 pf.	68 c 3 4	Au-dessus de 1000,	2 M 20 pf. (2 fr. 75)

Digitized by Google

Chèques postaux en Allemagne.

D'après le compte rendu qui a été publié au mois de juin 1916, l'emploi des chèques postaux de la Poste d'Empire s'est développé de la façon la plus favorable dans les années 1914 et 1915. Le chiffre des personnes ayant un compte est monté de 86.400 (fin 1913) à 103.068 (fin 1914) et à 111.931 (fin 1915). Cette clientèle est composée, dans la proportion de 70 °/₀, d'entreprises industrielles et commerciales.

Le mouvement total a atteint en 1914, environ 38.009 millions de marks, c'est-à-dire, par rapport à l'année précédente, 2.103 millions ou 5,85 0/0 d'augmentation, et en 1915 environ 47.806 millions, c'est-à-dire, par rapport à l'année précédente, 9.797 millions ou 25,78 0/0 d'augmentation. Les compensations sans argent comptant ont été en 1914 de 22.900 millions (60.25 0/0), en 1915 de 20.853 millions (62.47 0/0). En moyenne un compte de chèque postal comportait 1.200 écritures de doit et avoir. L'avoir des clients des chèques postaux est monté de 170.500.000 marks (fin 1913), à 241.500.000 (fin 1914) et à 273.800.000 (fin 1915), soit une augmentation de plus de 100 millions dans les deux années 1914 et 1915. L'avoir moyen d'un client s'élevait en 1915 à 2.532 marks ; celui de tous les clients pour la moyenne de décembre 1915 à 307 millions. Cette somme, réserve faite de 12.900.000 marks pour les frais généraux, était placée en emprunts d'Empire, en emprunts des différents États, en Bons du Trésor, en prêts à des sociétés et en opérations de change, ou déposée à la Caisse centrale de l'Empire, remboursable alors à vue et portant intérêt à 3 0/0. Le revenu total de 1915, 19.700.000 marks, a été affecté pour la moitié (9.800.000) au service des intérêts.

Les circonstances créées par la guerre ont influé sur le développement des chèques postaux. Elles ont montré à quel point il était nécessaire d'user avec ménagement du paiement comptant et contribué à l'emploi de la compensation sans argent. Ainsi s'est trouvée aplanie la voie pour que la pratique du

Digitized by Google

chèque postal remplisse sa fonction la plus importante : réduire à la stricte nécessité les paiements comptants, tout en facilitant les règlements.

Indications à porter sur les colis postaux.

La guerre a accru le travail des bureaux de rebuts et en a encore augmenté les difficultés. La mauvaise qualité de la colle employée pour fixer les étiquettes, conséquence du manque de matières premières, fait qu'on trouve un plus grand nombre de paquets sans adresse qu'autrefois. En outre les colis ont subi plusieurs fois des arrêts en cours de transport, arrêts dus, par exemple en décembre 1914 et 1915, à l'arrivée simultanée de monceaux de paquets envoyés aux armées à l'occasion de Noël et aussi, au manque de wagons pour acheminer ces masses de colis. Ils s'amoncellent pendant des jours et des semaines dans les gares de bifurcation et, naturellement, ne peuvent être surveillés avec tout le soin voulu, en sorte qu'ils perdent à la fois toute forme et toute suscription et qu'ils échouent, écornés et en piètre état, au bureau des rebuts. L'identification des envois est donc très difficile.

Il y aurait à la fois économie et intérêt pour les finances postales, pour le public qui expédie et pour l'ensemble de la nation, vu le resserrement actuel des vivres surtout dans les grandes villes, à insérer, au moins pendant la guerre, à l'intérieur et à la partie supérieure de chaque paquet, une fiche portant le nom, la résidence, l'adresse exacte et tout autre renseignement précis sur l'expéditeur et le destinataire. Les bureaux des rebuts seraient ainsi mis à même de diriger sur leur destination très rapidement et sans avoir à effectuer de longues recherches trop souvent infructueuses dans les listes, presque tous les paquets parvenus privés d'adresses.

Interdiction du transport des lettres par des particuliers.

Le colonel général von Kessel, commandant supérieur dans les Marches, a publié le 20 juin dernier l'avis suivant :

Digitized by Google

« En vertu des dispositions de la loi sur l'état de siège en date du 4 juin 1851 et dans l'intérêt de la sécurité et de l'ordre publics, j'ai décidé ce qui suit :

« *Article 1er*. — Sera punie d'un an de prison au maximum toute personne qui, sans autorisation, entreprendra de transporter, en traversant les frontières de l'Empire dans l'un ou l'autre sens et sans emprunter la voie postale ordinaire, des lettres, des cartes postales ou des notes imprimées ou manuscrites destinées à tenir lieu de lettres ou de cartes postales. Il faut entendre par frontières de l'Empire celles que la Constitution lui a assignées. Si l'on admet des circonstances atténuantes, cette peine sera convertie en une astreinte ou une amende pouvant aller jusqu'à 1.875 francs.

« *Article 2*. — Les voyageurs qui passent la frontière sont obligés de présenter au bureau de contrôle tous manuscrits, tous imprimés ou toutes notes qu'ils portent sur eux ou qu'ils expédient dans leurs bagages, et également, s'il y a lieu, les enveloppes, paquets, malles où ces objets sont renfermés. Il en est de même des cartes, dessins techniques, plans, gravures représentant des paysages, films cinématographiques et de toutes autres reproductions d'objets par l'image. Sera punie d'un an de prison au maximum toute personne qui omettra de présenter les objets en question bien qu'elle en ait été requise par un soldat ou par un agent des postes frontières. Si l'on admet des circonstances atténuantes, cette peine sera convertie en une astreinte ou une amende pouvant aller jusqu'à 1.875 francs. »

Pour Berlin le bureau de contrôle des pièces manuscrites siège à la Préfecture de Police ; le dépôt doit en être effectué 48 heures avant le départ en voyage.

La question du papier dans l'Administration des postes allemandes.

D'après les *Blätter für Post und Telegraphie*, des économies pourraient être réalisées par la suppression de la paperasserie. Un lecteur de ce périodique signale, par exemple, le fait

Digitized by Google

suivant. Nous reproduisons sa lettre : « Je devais fournir à ma Direction un état des secours à accorder à des agents et, comme je n'étais pas certain de leur nombre, j'avais utilisé une double feuille. Mon relevé terminé, je m'aperçois qu'une feuille simple suffisait, mais au moment de la transmission fin février j'oublie de détacher la feuille inemployée. En avril, la Direction m'adresse un avertissement pour gaspillage de papier. Cet avertissement est rédigé sur une feuille simple d'excellent papier blanc et placé sous une enveloppe spéciale imprimée. Je l'ai retourné avec d'autres pièces dans une enveloppe commune. Où est l'économie ? Qui a consommé plus de papier ? Et quelle perte de temps pour cette correspondance inutile en un temps où tous les bureaux sont surchargés de travail ? Singulier moyen d'économiser sur le papier que d'accroître la paperasserie ! »

En raison de la rareté du papier, l'Administration allemande fabrique et vend au public des cartes postales de mauvaise qualité. Le public se plaint que lorsqu'on écrit à l'encre, les lettres ne conservent pas leur lisibilité ordinaire et que les circulaires tirées à la machine avec le ruban à copier s'impriment difficilement.

Avances aux agents des postes pour souscrire au quatrième emprunt de guerre.

Pour permettre aux agents et sous-agents des Postes, commissionnés ou non, ainsi qu'aux gérants de recettes auxiliaires, de participer au quatrième emprunt de guerre, le Trésor allemand leur a fait des avances pouvant atteindre le quart de leur traitement annuel. Ces avances sont productives d'intérêts fixés à 5 0/0 ; elles sont remboursables par versements mensuels échelonnés du 1er mai 1916 au 30 juin 1917 au plus tard. Les demandes de souscription contractées dans ces conditions doivent être déposées dans les bureaux de poste.

Les avances sont exclusivement destinées à l'achat des titres de l'Emprunt ; elles ne peuvent excéder la somme nécessaire à cet achat et sont calculées sur le prix d'émission à la date du 31 mars.

Digitized by Google

Tant que les avances n'auront pas été remboursées, les titres achetés sont conservés par les Directions supérieures des Postes. Les souscriptions ainsi faites ne seront portées au Livre de la Dette qu'après régularisation des versements.

Paiement des coupons de l'emprunt allemand par les bureaux de poste.

Depuis octobre 1915, les guichets de tous les bureaux de poste et des recettes auxiliaires paient ou acceptent en paiement les coupons des emprunts de guerre qui leur sont présentés à partir du 21 du mois qui précède la date de leur échéance. Dans les localités privées de succursales de la Banque d'Empire, les coupons, quels que soient leur nombre et leur montant, sont reçus par les caisses des recettes principales entre le 21 du mois du trimestre finissant et le 10 du mois ouvrant le trimestre suivant. Cette mesure donne de grandes facilités aux détenteurs de titres des emprunts, surtout à ceux des campagnes.

Monnaie de fer en Allemagne.

La petite monnaie, particulièrement la monnaie de nickel et de cuivre, est devenue de plus en plus rare.

Pour remédier à cet inconvénient, des pièces de 5 pfennigs en fer jusqu'à concurrence de 6.250.000 francs ont été mises en circulation ; à la fin de janvier 1916, on en avait déjà frappé pour 4.852.000 francs.

La frappe des pièces de 10 pfennigs en fer, entreprise en janvier, a été continuée depuis de telle sorte que le public en a largement à sa disposition. On en émettra pour 12 millions 1/2 de francs. Ces nouvelles pièces ont les mêmes dimensions que les pièces de même valeur en nickel et les distributeurs automatiques de timbres-poste ont été transformés de manière à les recevoir facilement.

Saisie des envois postaux maritimes.

Sur un vapeur suédois saisi et amené au port, se trouvait le courrier russe et suédois à destination de l'Angleterre.

Digitized by Google

Le tribunal des prises de Hambourg a décidé que les colis postaux qui, en droit privé, font partie de la cargaison, doivent aussi être compris parmi les marchandises au sens de l'ordonnance sur les prises. Toutes les dispositions relatives à la contrebande leur sont donc applicables. Au contraire, le susdit tribunal n'a exercé aucun droit sur les envois postaux sous forme de lettres, qui sont inviolables, aux termes de la même ordonnance. Cette décision est datée du 30 octobre 1915 ; elle a été reproduite dans la *Revue de jurisprudence de Leipzig* (année 1916).

La Télégraphie et la Téléphonie dans l'armée allemande.

Dans la guerre actuelle, guerre de positions, dans laquelle les patrouilles de cavalerie sont à peu près supprimées, les rapides et vastes reconnaissances de nos aéroplanes, ballons dirigeables et ballons captifs nous permettent de lire, plus facilement qu'autrefois, dans les cartes de l'adversaire. Et celui-ci, grâce à ces mêmes moyens, voit plus clair dans nos mouvements de troupes. Il importe donc d'agir puissamment, rapidement et à l'improviste.

Entre le commandement et l'exécution, il y a la transmission. C'est à celle-ci que les progrès de la science ont donné la plus grande importance. Télégraphie sans fil, télégraphie optique, télégraphie ordinaire et téléphonie, tels sont les moyens techniques qui, se complétant mutuellement, suffisent largement aux exigences modernes.

La télégraphie sans fil, qui relie les états-majors d'armées et le grand quartier général, a une portée de 100 à 200 kilomètres Dans ces limites, chaque station peut échanger des télégrammes avec une autre, et lire ou troubler les messages ennemis. C'est pourquoi les télégrammes échangés, courts et importants, sont transmis en langage chiffré, dont on peut télégraphier environ 400 mots à l'heure lorsqu'on n'est troublé ni par l'électricité atmosphérique, ni par les installations radiotélégraphiques de l'ennemi ou par les siennes propres.

Digitized by Google

La télégraphie optique est assurée à l'aide de drapeaux ou de signaux lumineux. Les premiers servent aux troupes sur le champ de bataille ou aux avant-postes, pour la transmission d'ordres ou d'informations brefs, si la limpidité de l'air le permet. Les lampes spéciales ont une portée de 20 kilomètres pendant le jour et de 40 pendant la nuit. Avec la lumière solaire, on peut transmettre, par éclairs longs et brefs, jusqu'à 40 kilomètres, lorsque, naturellement, les stations transmettrice et réceptrice peuvent se voir ; mais la vitesse maximum est de 120 mots à l'heure. La télégraphie sans fil et la télégraphie optique présentent l'avantage de ne pas exiger que le terrain qui sépare les stations soit praticable, puisqu'elles n'utilisent aucun fil conducteur.

Cet avantage fait défaut à la télégraphie ordinaire comme à la téléphonie. Aussi celles-ci sont-elles moins mobiles. Mais en revanche elles ne sont pas influencées par les intempéries ; et le téléphone a en outre l'avantage de reproduire la façon personnelle de prononcer.

La télégraphie ordinaire est employée comme télégraphe de campagne dans la zone des opérations, comme télégraphe d'étapes, et comme télégraphe d'Etat dans les pays conquis ainsi que dans la zone de l'intérieur. La télégraphie de campagne présente beaucoup d'intérêt. Elle forme un réseau sans lacunes qui, par exemple dans l'armée du prince héritier de Bavière, est disposée ainsi qu'il suit : la direction des télégraphes d'étape est reliée à l'état-major de l'armée ; celui-ci possède cinq lignes différentes avec chaque corps d'armée ; chacun d'eux est rattaché par deux lignes à chaque division ; puis d'autres ramifications conduisent aux brigades, aux régiments, aux bataillons. Les compagnies elles-mêmes ont posé des fils jusque dans les tranchées. En outre, d'innombrables lignes télégraphiques d'artillerie se rendent aux divisions et aux corps voisins. A l'état-major dont il s'agit, 5.000 communications sont établies chaque jour sur 93 lignes.

(D'après l'*Illustr. Geschichte des Weltkrieges*, 1914-15, Stuttgart.)

Digitized by Google

Informations extraites de la revue « Blätter für Post und Telegraphie ».

Un article traite de l'avenir des colonies allemandes. L'auteur remarque que le guide postal britannique d'avril 1915 indique les possessions que les Alliés considèrent comme leur propriété, et comment ils ont partagé leur butin.

Sont énumérées comme possessions anglaises : le Cameroun, le Togo, la Nouvelle Guinée allemande et les îles Salomon et commes possessions japonaises : les îles Carolines, les Mariannes et les îles Marshall.

* * *

Une question qui revient fréquemment est le projet de réunir soit Gothenberg, soit Copenhague directement à l'Amérique sans toucher le sol britannique.

* * *

D'après les règlements nouveaux pour le paiement des fonctionnaires en temps de guerre, les agents supérieurs mobilisés reçoivent une indemnité supplémentaire égale aux trois dixièmes de la solde de guerre. Les fonctionnaires non mobilisés qui remplacent les fonctionnaires supérieurs reçoivent un salaire de guerre mensuel de 84 marks (105 francs), ceux qui remplacent des fonctionnaires subalternes reçoivent 60 marks (75 francs) en plus de leur salaire civil.

* * *

Dans un article intitulé : « Réservons du personnel pour les constructions télégraphiques », l'auteur se demande si la main d'œuvre nécessaire existe pour continuer la construction et l'entretien des lignes télégraphiques et suggère l'emploi des prisonniers de guerre pour ce travail. Un article sur le même sujet, paru deux mois après, semble indiquer que ce qui était alors suggéré est actuellement mis en pratique.

* * *

D'après une note sur le « Courrier par voie de terre », la malle des Indes était autrefois expédiée par la Hollande, le Rhin, la

Digitized by Google

Bavière et Brindisi, et doit être envoyée maintenant, par crainte des sous-marins allemands, *viâ* le Cap, ce qui entraîne un retard de 30 à 40 jours. Bien que plusieurs correspondants aient attiré l'attention sur le fait que la malle des Indes transitait par la France et l'Italie, la légende qu'elle emprunte maintenant la voie du Cap n'a pas été détruite.

***

Enfin, la cherté de la vie est le sujet de très nombreux articles. L'augmentation du prix de toutes les denrées a fait que les diverses Associations qui étaient restées inactives pendant la guerre ont repris leur activité. L'union des agents s'est adressée au Bundesrat et au Reichstag pour obtenir des indemnités et les ouvriers ont demandé au Gouvernement l'extension et l'augmentation des allocations de famille. Les fonctionnaires supérieurs ne sont pas mieux partagés à ce point de vue que le personnel moyen ; ils se plaignent de la lenteur exagérée des promotions et d'autres abus non encore redressés.

Le Télégraphe et le Téléphone sur la ligne à traction électrique Vienne-Presbourg.

La grande vitesse des trains et l'importance relative du trafic sur la ligne à voie unique Vienne-Presbourg, qui, sur la plus grande partie du parcours, est exploitée à l'aide d'un courant monophasé de 16 500 volts (16 périodes 2/3) avec retour par le rail, fit apporter des soins tout spéciaux à l'installation des lignes télégraphiques et téléphoniques, ces lignes étant influencées tout particulièrement par le courant alternatif. On a songé à éloigner de la voie les conducteurs d'énergie et à les disposer sur des poteaux plantés à une certaine distance des rails ; mais on y a renoncé, à cause des frais élevés que n'aurait pu supporter la compagnie.

Les poteaux, qui se trouvent sur l'emprise de la ligne, supportent deux lignes en fil de fer de 3 mm. pour le télégraphe et quatre conducteurs de bronze pour le téléphone. Deux de ces derniers

Digitized by Google

desservent les stations ; les deux autres sont destinés aux relations avec les surveillants chargés des guérites aux passages à niveau.

Les appareils téléphoniques des stations peuvent, au moyen de sélecteurs, être reliés soit à la ligne d'exploitation, soit à l'une des lignes de surveillants, lesquelles s'en vont dans les deux directions. Par suite de ce dispositif, on peut aussi, sur la ligne des surveillants, parler d'un bout à l'autre de l'installation.

Les appareils téléphoniques et télégraphiques sont conçus pour échapper aux effets des hautes tensions. Au début, surtout au téléphone, se sont produits des troubles importants dès que le chemin de fer fut en exploitation. La tension de charge statique de la ligne atteint environ 2 000 volts. On n'avait pas augmenté, en vue de cette tension, l'isolement des armatures, des bornes de raccordement, des traversées de mur, et en particulier des sonneries. Depuis que l'isolement de ces divers points a été amélioré comme il convenait, le trafic téléphonique n'est plus troublé, ce qui est d'autant plus remarquable que les lignes courent parallèlement aux conducteurs d'énergie pendant 50 kilomètres, et que la distance minima qui les en sépare n'est souvent que de 1 m. 90. Cet excellent résultat fut obtenu par les moyens les plus simples : il n'y a ni bobines de mise à la terre, ni condensateurs ou organes analogues, ni dispositifs de protection et de sécurité. On a apporté le plus grand soin à l'exécution systématique des croisements des deux fils d'un circuit et à l'obtention d'un isolement irréprochable. Les deux fils d'un circuit sont disposés sur un support horizontal, et non pas, comme le préconise Brauns, dans un plan incliné à 45° environ ; le résultat est néanmoins satisfaisant.

On n'a pas constaté de troubles sur les lignes de l'État dans la région traversée par le chemin de fer, ce qui est aussi dû en partie aux grands soins apportés dans la réalisation du retour par le rail. Pour protéger l'installation contre la foudre, on a posé, au sommet des poteaux, un fil de cuivre de 25 mmq. de section, en liaison électrique avec le corps de chaque poteau ; tous les poteaux sont en outre reliés électriquement aux rails ; et ceux-ci,

Digitized by Google

à leur tour, sont pourvus, en de nombreux endroits, de prises de terre s'enfonçant jusqu'à la nappe d'eau souterraine. Un seul rail est pourvu de joints électriques ; le second rail est relié électriquement au premier, tous les 1.000 à 2.000 mètres, par des traverses.

Extraction du caoutchouc de plantes qui croissent en Allemagne.

M. Scheermesser, dans le Journal pharmaceutique (*Pharmazeutische Zeitung*), étudie la possibilité d'extraire du caoutchouc de certaines plantes croissant en Allemagne. D'après Weiss et Wiesnee, le suc laiteux de l'euphorbe renferme à peu près de 1 à 3 % de caoutchouc. On peut retirer de l'euphorbe hélioscope et de l'euphorbe petit cyprès, un extrait vert foncé, d'une odeur âcre, renfermant de 1/2 à 2/3 de matières grasses. Il suffit de dessécher les plantes fanées, de les pulvériser grossièrement, et de les traiter par un mélange de benzine, d'éther, et de tétrachlorure de carbone. Si l'on dissout dans l'éther la masse obtenue et que l'on ajoute de l'alcool en excès, il se précipite une substance semblable au caoutchouc (caoutchouc brut), qui constitue environ 20 % de l'extrait. Un mètre carré de terrain peut produire en moyenne 1.200 grammes de plantes fraîches d'euphorbe hélioscope. Ce poids donne environ 12 grammes de substances grasses et 4 gr. 3 de caoutchouc brut, de sorte qu'un hectare fournirait 120 kilogrammes de matières grasses et 43 kilogrammes de caoutchouc. Avec l'euphorbe petit cyprès, le rendement est encore un peu meilleur ; cette variété donne 140 kilogrammes de matières grasses et 50 kilogrammes de caoutchouc par hectare. Comme ces deux variétés d'euphorbe sont extrêmement répandues en Allemagne, on en pourrait extraire des quantités énormes de caoutchouc et de matières grasses, si l'on procédait méthodiquement. M. Scheermesser croit même que l'on pourrait, en consacrant à la culture des euphorbes les terres en friche, parvenir à rendre l'Allemagne indépendante de l'étranger sous le rapport du caoutchouc qui lui est nécessaire.

Digitized by Google

Employés des Postes et Télégraphes allemands morts à la guerre.

D'après les communications insérées dans le *Bulletin officiel des Postes et Télégraphes d'Allemagne* (Amtsblatt), on comptait 7.608 employés morts à la guerre depuis le début des hostilités, jusqu'au 11 avril dernier. Ce chiffre se décompose comme suit : 123 fonctionnaires, sur 900 mobilisés dans l'armée et la marine, soit une moyenne de 13,7 %, savoir : 2 chefs de bureau, 1 chef de bureau aux bâtiments, 11 directeurs des postes, 6 sous-directeurs des postes, 1 sous-directeur des télégraphes, 1 ingénieur des télégraphes, 16 inspecteurs supérieurs, 1 inspecteur des bâtiments, 38 inspecteurs, 32 aspirants-inspecteurs, 8 référendaires, 6 élèves.

1.617 agents, savoir : 16 receveurs et sous-chefs de section, 160 commis principaux, 1.282 commis, 70 aspirants, 65 aides, 24 gérants de bureaux auxiliaires.

5.868 sous-agents.

Digitized by Google

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revues françaises par M. Viard, Ingénieur à la Direction de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes. — Revues étrangères par M. Hain, Sous-chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et des Télégraphes, et M. Drouet, Ingénieur à la Direction de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

La poste aux Armées en Norvège (*L'Union Postale*, juin 1916). — Le service des postes en temps de guerre est divisé en service d'étape, chargé du service postal dans le rayon de l'étape, et service postal de campagne, dont le fonctionnement se rattache essentiellement à l'armée en campagne.

Sur le théâtre de la guerre, le service postal militaire est placé sous les ordres d'un Directeur, qui est assisté par un Inspecteur du service d'étape.

Le Directeur du service postal militaire, choisi parmi les hauts fonctionnaires des postes, ressortit au Chef d'armée. Il est Directeur en chef de l'ensemble des services postaux sur le théâtre de la guerre et est assisté du personnel nécessaire. Ce personnel est soumis à la discipline et à la juridiction militaires.

L'Inspecteur du service postal d'étape est le mandataire du Directeur du service postal militaire dans le rayon de l'étape, sous l'autorité du Chef de l'étape. Il se tient, autant que possible, à proximité de celui-ci, mais prend soin d'être en rapports continuels avec le Directeur du service postal militaire.

Le service postal d'étape qui sert d'intermédiaire entre le service postal de campagne et le service des postes de l'arrière, a pour

Digitized by Google

point de départ les bureaux de poste d'armée, qui sont établis dans de grands bureaux de poste centraux, et étend son service jusqu'aux bureaux de poste d'étape, qui sont créés aux stations d'étape principales ou aux stations d'étape avancées. Il comprend en outre un certain nombre de bureaux ambulants sur les chemins de fer et à bord des navires, et des bureaux sédentaires de tri (bureaux d'étape ordinaires). Les dépêches sont expédiées, en général, une fois par jour dans chaque direction.

A la tête de chaque bureau de poste d'étape (bureau de poste d'armée) se trouve un receveur des postes d'étape.

Le service des bureaux ambulants est assuré par des courriers choisis par l'Administration des postes parmi les fonctionnaires aptes à ce service. Le cas échéant, ils peuvent également être nommés receveurs des postes d'étape et, dans ce cas, il leur est adjoint un personnel de courriers.

Le service d'étape est chargé de verser les appointements et de procurer les subsistances et le logement, sur la réquisition de l'Inspecteur du service postal d'étape.

Le receveur du bureau de poste d'armée procède au tri des correspondances à l'arrivée, d'après les indications de l'Inspecteur du service postal d'étape ; il procède à leur répartition et à leur réexpédition aux bureaux d'étape, et il expédie les correspondances provenant de ces bureaux dans la région située en arrière du théâtre de la guerre.

Le bureau de poste d'étape ordinaire reçoit les correspondances, procède à leur remise et à leur réexpédition au bureau ou au lieu de destination et pourvoit aux relais et à la réexpédition le long de la ligne d'étape. Les bureaux d'étape ambulants assurent, dans la mesure du possible, le service conformément à ce qui a été décidé à ce sujet en temps de paix.

Sur routes, le transport des correspondances est assuré par des automobiles, ou par d'autres moyens de locomotion.

Le service postal de campagne, placé directement sous les ordres du Directeur du service postal militaire, est chargé, par l'entremise des bureaux de poste de campagne, d'entretenir les relations postales militaires entre le service postal d'étape et les corps de troupes.

Digitized by Google

les formations et les établissements de l'armée en campagne, ainsi qu'entre ces unités.

Des bureaux de poste de campagne fonctionnent auprès des fortes unités (quartiers d'armée et de brigade), tandis que des stations postales de campagne desservent les petites unités (régiments).

Les bureaux de poste de campagne procèdent au tri de la correspondance destinée aux différents corps de troupe, formations ou établissements et à leur remise aux vaguemestres.

Le service postal militaire se charge du transport des correspondances expédiées par le personnel appartenant à l'armée ou à la marine ou lui étant destinées ainsi que de celui de toutes les lettres et paquets concernant les affaires militaires, échangés par les autorités militaires et civiles.

Les correspondances portant l'inscription « Affaire militaire, Urgent » doivent être acheminées sans retard. On peut exceptionnellement employer un transport postal extraordinaire.

En temps de guerre ou de mobilisation en cas de guerre, les correspondances postales sont soumises au contrôle de la censure.

Observations expérimentales relatives à la réception indirecte par dérivation (*Lumière Electrique*, 20 mai 1916). — Rappelons que, dans le montage Oudin, l'accord s'obtient par le déplacement, sur les spires d'une bobine de self, d'un curseur relié à l'antenne. Le circuit détecteur-téléphone est rattaché, d'une part au curseur, de l'autre à la sortie de la self. Si l'on considère isolément le système antenne-Oudin-Terre, on peut admettre qu'il vibre comme s'il était seul, et, si l'antenne est frappée par des oscillations de longueur d'onde λ ou de pulsation ω, la différence de potentiel hertzienne, appliquée aux deux extrémités du circuit détecteur-téléphone, est égale à ω LI (L étant la valeur de la self intercalée sur l'antenne et I l'intensité, sensiblement égale à l'intensité à la base de l'antenne). Le son rendu par l'écouteur étant fonction de cette différence de potentiel, lorsque l'on déplace le curseur sur la self, pour rechercher la mise en résonance de l'antenne sur les oscillations à recevoir, l'effet décélateur varie et passe par un maximum au moment où ω L I est maximum, c'est-à-dire au moment où l'accord cherché est réalisé.

Digitized by Google

D'un autre côté, l'antenne sur laquelle est branché l'Oudin possède une période propre, fonction de sa self, L', et de sa capacité, C' ; supposons qu'au lieu de rattacher au curseur l'extrémité du circuit détecteur-téléphone, on la fasse glisser le long de l'antenne, jusqu'au sommet ; cette opération n'introduit aucun trouble dans le fonctionnement de l'antenne accordée, mais au lieu d'avoir aux bornes du circuit détecteur-téléphone une différence de potentiel au plus égale à ω L I, elle pourra être amplifiée de la valeur ω L' I. Si alors la self L' de l'antenne n'est pas négligeable par rapport à la self L de l'Oudin, c'est-à-dire si la longueur des ondes à recevoir n'est pas trop grande par rapport à la période propre de l'antenne, le renforcement du son dans les écouteurs ne sera lui-même pas négligeable et procurera une notable accentuation de la sensibilité du récepteur.

On peut obtenir un résultat identique de la façon suivante : la partie de l'Oudin non utilisée pour accorder l'antenne participe au même titre que les brins d'antenne au mouvement vibratoire général et peut être considérée comme formant ainsi un brin supplémentaire, de sorte qu'en faisant glisser l'extrémité du circuit détecteur-téléphone sur les spires de la partie extérieure à la self de l'Oudin intercalée sur l'antenne, on peut obtenir le même effet que celui ci-dessus.

La différence de potentiel hertzienne appliquée sur le circuit détecteur devient alors ω (L + l) I, l pouvant varier jusqu'à la valeur L' de l'antenne ou de l'un de ses brins.

Câble téléphonique pour le service de la ligne de traction triphasée Gênes-Ronco (*La Revue Electrique*, 1er septembre 1916). — Les câbles téléphoniques utilisés dans les installations de traction électrique doivent être étudiés avec soin pour éliminer l'induction des lignes à haute tension et des fils de trolley. Un exemple remarquable est le câble téléphonique Gênes-Ronco (31 km.) qui dessert la ligne de traction triphasée des Giovi. Ce câble contient six paires combinables dont les conducteurs ont un diamètre de 8 mm., ce qui donne en tout neuf communications. Ce câble est aérien et supporte les poteaux de la ligne à 50.000

Digitized by Google

volts, il est spécialement construit pour éviter les effets d'induction du courant de haute tension. Les caractéristiques de ce câble sont telles qu'on pourrait téléphoner à 120 km. sur les circuits. La pose aérienne et les détails de suspension de ce câble très lourd ont été l'objet d'une étude, qui a conduit à de bons résultats.

Les propriétés photoélectriques du sélénium (*Le Génie civil*), 20 mai 1916). — La lumière a deux actions différentes sur le sélénium : 1° elle fait généralement diminuer la résistance de la variété du sélénium dite métallique ; 2° quand l'une des électrodes d'un élément voltaïque est formée de sélénium métallique, la force électromotrice de l'élément varie quand l'éclairement de cette électrode change.

La résistivité du sélénium, mesurée entre les deux faces opposées d'un cube d'un centimètre de côté, est, dans l'obscurité, de l'ordre de 2×10^{16} ohms ; elle varie suivant le mode de préparation et la tension appliquée. Cette dernière anomalie a fait croire que le sélénium avait une conductibilité électrolytique ; toutefois, d'autres expériences ont infirmé cette opinion.

La résistance du sélénium diminue quand la tension appliquée augmente ; cet effet est plus prononcé pour le courant continu que pour le courant alternatif.

La résistance diminue encore lorsque la pression mécanique augmente, le coefficient d'augmentation de résistance avec la température est, en général positif ; mais, cependant, dans certains cas, on a constaté qu'il était négatif.

En général, sous l'influence de la lumière, la résistance du sélénium diminue ; cependant, avec certains échantillons, la lumière n'a aucun effet, et, même, pour quelques-uns, elle peut faire augmenter la résistance.

Le sélénium positif pour la lumière, qui est celui que l'on rencontre le plus fréquemment, a, dans l'obscurité, une résistance très élevée, qui diminue au fur et à mesure que le sélénium est plus fortement éclairé. La variation de la résistance n'est pas instantanée ; elle est d'abord très rapide, puis ensuite de plus en plus lente ; il faut parfois attendre des heures pour que la résistance reste constante.

Digitized by Google

Un éclairement faible produit moins rapidement un effet définitif qu'un éclairement intense.

Deux échantillons qui diminuent finalement de résistance dans les mêmes proportions, sous l'influence d'un même éclairement, peuvent atteindre le régime permanent en des temps très différents.

Quand l'éclairement cesse, le sélénium reprend sa résistance dans l'obscurité, mais pas instantanément. Le temps nécessaire pour que la résistance revienne à sa valeur primitive augmente avec l'intensité et la durée de l'éclairement ; il faut donc, autant que possible, dans les applications pratiques, éviter de laisser trop longtemps le sélénium exposé à la lumière.

On a constaté, seulement dans des cas très rares, qu'à la suite d'une très longue exposition à la lumière, la résistance définitive dans l'obscurité avait diminué.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Création, en Angleterre, d'un Comité de Recherches Scientifiques et Industrielles (*The Times*, *Engineering supplement*, 30 juin 1916). — Le Gouvernement anglais a décidé d'accorder des subventions au Comité de Recherches scientifiques et industrielles dont la première réunion a été tenue tout récemment et qui a été créé par l'Advisory Council for scientific and industrial Researchs. Ce comité fonctionne en dehors de toute ingérence administrative. Ses membres sont des ingénieurs d'exploitation et aussi des techniciens spécialisés dans l'étude de questions pratiques.

Ce Comité a pour but la formation et le perfectionnement d'un certain nombre de chercheurs et l'application des résultats de leurs recherches aux besoins immédiats de l'industrie sans l'intervention des services officiels. Il s'assurera que les essais et études entrepris à l'aide des fonds gouvernementaux sont réellement profitables à l'industrie britannique dans son ensemble.

Les études et projets ne moisiront pas dans les cartons de telle ou telle administration, le programme des travaux et l'aide financière nécessaire à leur réalisation devront être déterminés dans un délai minimum.

Digitized by Google

De nombreuses maisons importantes ont dépensé et dépensent encore des sommes considérables pour la poursuite de recherches relatives à la branche industrielle qu'elles exploitent, elles continueront à le faire, L'institution nouvelle a une portée plus générale ; elle veut être utile à toutes les entreprises techniques.

Les subventions officielles accordées à ce Comité montrent tout l'intérêt que le Gouvernement anglais porte à la guerre économique.

Traversée d'un réservoir au moyen d'une ligne aérienne, par Edward KENT (*The Telephone Review*, mai 1916). — L'approvisionnement actuel de New-York en eau potable est à peine suffisant aux besoins de la consommation, et la nouvelle prise d'eau de la montagne Catskill, qui est presque terminée, est impatiemment attendue.

Cette canalisation amènera l'eau du grand réservoir d'Askohan, à 20 kilomètres à l'ouest de Kingston, N.Y. Ce réservoir emmagasinera l'eau du versant de l'Esopus, qui couvre une superficie de 250 milles carrés. Il y a d'autres versants utilisables qui ajouteront approximativement une superficie de 400 milles carrés au système entier.

Le réservoir d'Askohan a été créé par la construction du barrage de l'Olive Brigde et de plusieurs digues ; il a 21 kilomètres de long et environ 1 km. 600 de large, avec une profondeur maxima de 58 mètres. Une fois plein, il contiendra à lui seul assez d'eau pour suffire pendant six mois aux besoins de New-York, soit environ 2.270 millions de litres par jour.

A partir d'Askohan, l'eau est amenée par l'aqueduc de Catskill au réservoir de Kensico et de là au réservoir de distribution de Hillview, près de Yonkers, N.Y. La distance totale est d'environ 145 kilomètres.

Pour traverser en souterrain la rivière Hudson, on doit percer le roc à une profondeur de 335 mètres. Les dépenses totales de construction ont été évaluées à 800 millions de francs, mais elles atteindront probablement un milliard.

Naturellement, l'établissement de cette prise d'eau occasionna des travaux à la New-York telephone C°. De nombreux poteaux se trouvaient sur les emplacements utilisés et durent être déplacés.

Digitized by Google

Il y a environ cinq ans, lorsque les travaux de construction du réservoir commencèrent à Kensico, la ligne à 71 fils entre New-York et Boston était située sur l'une des routes qui allaient être fermées. Elle fut reconstruite à une distance de 4 kilomètres, sur des collines avoisinantes, mais, par suite de la direction générale de la ligne, il fut nécessaire de traverser le réservoir en un certain point. A cette époque, on se demanda si la traversée du réservoir devait être effectuée par câble sous-marin ou par ligne aérienne sur pylônes d'acier. Le premier projet fut abandonné parce qu'on pensa que l'entretien du revêtement protecteur du câble se ferait difficilement. Pour la réalisation du second projet, on décida de remplacer les pylônes par deux appuis comprenant chacun trois poteaux en pin jaune créosoté, de section carrée, et de 18 mètres de hauteur, mesurant 20 cm. au sommet et 43 cm. à la base. Sur les poteaux sont placées des traverses créosotées spéciales 6 m. $\times$ 0 m. 15 $\times$ 0 m. 10.

On s'aperçut que l'endroit choisi pour la plantation des poteaux était du roc recouvert d'une légère couche de terre, et l'on dut creuser à la mine des trous pour les poteaux et des tranchées pour les haubans. 16 haubans furent placés dans le sens de la ligne sur chaque appui de trois poteaux et 4 haubans furent placés de côté. Quand les poteaux furent plantés, trois torons en fil d'acier furent tendus dans les portées pour tenir solidement les appuis et faciliter en même temps la tension des haubans. Plus tard, ces torons furent utilisés comme des supports pour aider au tirage des conducteurs.

Les fils furent posés dix à la fois et tendus jusqu'à ce que la flèche mesurât 4 m. 50 au centre de la portée, qui a 276 mètres.

Par suite des difficultés de transport, on attendit longtemps l'arrivée des poteaux qui venaient du Sud ; et l'eau fut envoyée dans le réservoir avant la mise en place de nos installations. Cela devint alors une véritable course contre le temps.

Jour par jour, heure par heure, on voyait l'eau se rapprocher de plus en plus de l'ancienne ligne dans le réservoir. Le soir, un rocher, un monticule n'étaient pas encore touchés par l'eau. Le lendemain matin, ils étaient recouverts par le flot qui s'avançait lentement, mais sans arrêt.

Digitized by Google

Au fur et à mesure que nous travaillions avec plus d'ardeur, l'eau semblait monter plus vite, jusqu'à ce que, finalement, elle atteignit un tel niveau que nous nous préparâmes à enlever quelques-uns des poteaux qui étaient au fond du réservoir, et à laisser les fils se balancer sur de longues sections.

Heureusement ce ne fut pas nécessaire, car les poteaux arrivèrent et nous pûmes terminer le travail juste deux jours avant que l'eau atteignît l'emplacement de l'ancienne ligne qui fut rapidement enlevée après la mise en service de la nouvelle ligne.

Installation téléphonique pour appel omnibus (*E.U.M.*, mai 1916). — Une installation téléphonique pour appel omnibus fonctionne entre Idaweiche et Tichau (Allemagne) avec double fil et la terre comme troisième conducteur. Les téléphones montés en série remplissent les conditions essentielles suivantes : 1° Leur type de construction est uniforme ; ils sont interchangeables à volonté ; 2° Ils sont montés de telle sorte que, pendant les appels et les conversations, la terre est déconnectée et qu'on évite ainsi les effets d'induction dus aux courants terrestres ; 3° Le courant alternatif de leur magnéto leur permet aussi bien de choisir que de réaliser les appels ; 4° On peut, avec ces téléphones, communiquer avec des postes d'un modèle différent. En cas de dérangements ou d'interruptions de lignes, il est possible d'appeler et de converser entre les postes qui sont reliés à chacune des parties de ligne séparées.

Ces téléphones ne se distinguent des autres modèles à appel magnétique que par le dispositif de sélection adapté à chaque appareil. Ces dispositifs, tout comme les sonneries, fonctionnent avec du courant alternatif de magnéto, toutefois, l'armature de l'électro ne met en mouvement aucun marteau, mais, grâce à un encliquetage, elle fait avancer une roue dentée dans un sens donné. Sur l'axe de cette roue dentée sont fixés une aiguille parcourant une échelle qui porte les numéros des postes téléphoniques et trois disques de contact disposés en segments et isolés avec des contacts sur lesquels viennent frotter les ressorts d'amenée du courant. A l'extrémité de l'axe se trouve un disque de réglage au moyen duquel, dès avant la mise en service de l'installation, un segment de contact

Digitized by Google

relié à la sonnerie d'appel est ajusté de telle sorte qu'il est déplacé de la largeur d'une division de l'aiguille dans tous les téléphones vers le segment de contact de la sonnerie du poste précédent. Un poste qui appelle envoie dans le circuit du courant de la magnéto, ce courant agit sur les appareils de sélection, montés en parallèle, de tous les postes, et les aiguilles de ces appareils courent synchroniquement sur une même longueur de l'échelle jusqu'à ce que la position voulue soit atteinte sur l'appareil sélecteur. Quand l'aiguille, et, avec elle, le premier segment de contact de sonnerie s'arrêtent sur le numéro du poste à choisir, le segment de contact n'est relié électriquement qu'avec la sonnerie de ce poste. Par suite, si l'on appuie alors sur le bouton d'appel et qu'on tourne encore une fois la manivelle de la magnéto, la sonnerie ne résonnera que dans le poste appelé.

Dans la position des aiguilles sur le zéro, les sonneries de tous les postes fonctionnent dès qu'on appelle. Pour cet appel, entre en jeu le second segment de contact de sonnerie qui est adapté à l'axe de tous les dispositifs de sélection et qui, dans tous les téléphones, se trouve à la même place, correspondant à la position zéro de l'aiguille.

Le troisième segment de contact fixé sur l'axe du sélecteur a pour but d'opérer, après une rotation de toutes les aiguilles jusqu'à leur arrivée au point terminus, une commutation grâce à laquelle, avant de recommencer une nouvelle manœuvre, les sélecteurs en retard de moins d'une dent rectifient leur position.

Appareils automatiques en téléphonie privée. (*E. T. Z.*, avril 1915). — Les installations téléphoniques privées peuvent être classées en trois catégories :

1° Les installations privées proprement dites qui relient entre elles les différentes parties d'un même immeuble ;

2° Les postes supplémentaires qui, en même temps qu'ils sont reliés les uns aux autres, sont en relation avec le bureau urbain par une ou plusieurs lignes ;

3° Les installations mixtes dans lesquelles une partie seulement des postes peut communiquer avec le réseau.

Digitized by Google

Les installations de la première catégorie ne donnent lieu à aucune remarque spéciale : il n'en est pas de même pour celles de la seconde qui doivent :

a) Permettre les communications entre les divers postes supplémentaires ;

b) Permettre l'appel du bureau urbain de l'un quelconque des postes :

c) Permettre d'appeler l'un des postes à partir du bureau urbain.

On réalise facilement la première condition au moyen des appareils automatiques.

On peut satisfaire à la deuxième de deux manières différentes, soit en plaçant en série sur les lignes urbaines les postes secondaires munis d'organes de signalisation appropriés, soit au moyen de commutateurs automatiques permettant de relier l'un quelconque des postes à l'une quelconque des lignes urbaines. Pour qu'on puisse employer le premier montage, il faut que les postes supplémentaires soient peu nombreux (quatre au plus) et très voisins ; s'il en était autrement, il faudrait employer un grand nombre de lignes auxiliaires et munir les appareils d'un grand nombre de clefs et d'organes de signalisation qui les rendraient encombrants et difficiles à manier. Le second procédé au contraire permet de n'établir qu'une ligne par poste supplémentaire.

L'appel des postes supplémentaires à partir du bureau urbain s'effectue au moyen d'appareils manuels ; les appels arrivent à un tableau placé dans l'établissement où se trouve l'installation téléphonique ; ils sont reçus par une téléphoniste qui établit les communications par les moyens habituels.

Il est donc nécessaire d'établir deux installations différentes : l'une automatique pour les communications intérieures, l'autre manuelle pour les communications avec le réseau. L'opératrice du réseau privé intervient seulement à l'arrivée, le départ étant assuré par des moyens purement mécaniques, de sorte que les postes supplémentaires ne peuvent pas appeler la téléphoniste du réseau privé. Dès l'origine on vit là un défaut du système ; les gens très occupés veulent parler dès qu'ils ont la communication, sans la faire

Digitized by Google

établir eux-mêmes ; il faut donc que la téléphoniste puisse faire pour eux les diverses opérations nécessaires (recherche du numéro, appel du bureau, etc...). Pour rendre possible l'appel de la téléphoniste de l'un des postes supplémentaires, on a préconisé l'emploi d'un appareil spécial placé au poste de l'opératrice et relié au commutateur automatique ; cette manière de faire doit être évitée, car tout d'abord la téléphoniste aurait à se servir de deux appareils différents, ce qui serait très incommode ; d'autre part, dans une installation importante le nombre des communications serait tel qu'il serait difficile de se mettre en relation avec l'opératrice. Enfin, l'appel par le disque est difficile, et de plus est très incommode, quand, au cours d'une communication interurbaine, on a besoin d'appeler la téléphoniste pour lui faire transporter rapidement la communication à un autre poste supplémentaire. Pour réaliser facilement cette condition on a imaginé un mode particulier de signalisation dans lequel on peut, du poste supplémentaire, allumer une lampe au poste de l'opératrice en appuyant sur un bouton. La téléphoniste sait aussi qu'elle doit intervenir. Un dernier inconvénient de ce système est dû à ce que la téléphoniste n'a aucun moyen de reconnaître le poste demandeur, alors que, dans une installation de cette nature, certains postes ont la priorité.

On évite ces inconvénients en munissant chaque poste de trois lignes : la première permet d'appeler le bureau urbain par voie automatique, la seconde aboutit au standard de l'installation privée, la troisième donne la communication avec les divers postes supplémentaires. Pour diminuer les frais de premier établissement, on peut ne donner ces trois lignes qu'aux postes les plus importants (chefs de services, directeurs) et à ceux qui ont des communications fréquentes avec le réseau.

Ainsi les divers points remarquables des installations automatiques privées sont les suivants :

1° Un central automatique spécial établit les communications avec le réseau urbain et dans l'intérieur de l'installation ;

2° Un tableau manuel assure le trafic de l'extérieur, chaque poste supplémentaire peut appeler la téléphoniste par une ligne spéciale en manœuvrant un bouton d'appel ;

Digitized by Google

3° La manœuvre d'un autre bouton permet d'appeler la téléphoniste au cours d'une conversation interurbaine ;

4° Il n'y a pas de distinction marquée entre les installations domestiques proprement dites et celles qui sont reliées au réseau.

Les grands avantages des appareils automatiques rendront possible, à bref délai, l'aménagement de bureaux privés annexes reliant au bureau un nombre d'abonnés égal au quintuple du nombre des lignes entre eux et le bureau urbain. Dans ce cas, les abonnés à un même bureau annexe ne communiquent que peu entre eux, ce qui réduit au minimum les installations automatiques du bureau. Le prix de l'abonnement à un tel réseau est environ la moitié de celui de l'abonnement ordinaire du réseau. On avait essayé jusqu'ici plusieurs bureaux de cette nature, mais au moyen d'appareils manuels, de sorte que les abonnés dépendaient complètement de la téléphoniste du bureau privé, beaucoup de personnes hésitaient à se relier parce qu'elles craignaient les indiscrétions de cette opératrice. Les appareils décrits plus haut permettent d'éviter cet inconvénient.

Extension du réseau téléphonique souterrain anglais (*Electrical Engineering*, avril 1916). — Répondant à la Chambre des communes à une question relative à l'interruption des lignes télégraphiques et téléphoniques interurbaines due à une tempête, M. Pease a déclaré que les avantages des lignes souterraines, au point de vue de la sécurité, n'avaient pas été perdus de vue par les différents Postmasters généraux et qu'un réseau souterrain, qui a coûté environ 2 millions de livres, est actuellement en service.

La longueur totale des fils aériens télégraphiques et téléphoniques en service est de moins de un million de milles, alors que la longueur des fils souterrains dépasse deux millions de milles. La mise en souterrain des lignes interurbaines, qui ne le sont pas encore, dépasserait probablement 3 millions de livres, et les frais annuels pour l'intérêt et l'amortissement, comptés à 6 °/₀ seulement, seraient de 180.000 livres par an. Il faut comparer ce chiffre au coût annuel moyen des dégâts causés par les intempéries, qui, pendant les dix dernières années, s'est élevé à 24.190 livres, dont 6.700 livres pour les lignes interurbaines à longue distance. En raison de la

Digitized by Google

diminution de la main-d'œuvre et d'autres circonstances se rattachant à la guerre, on a dû suspendre l'exécution des projets d'extension des lignes souterraines.

Mobilisation navale aux Etats-Unis par téléphone (*Telephone Topics*, juin 1916). — Comme démonstration de communication rapide entre le Département de la Marine des États-Unis, ses arsenaux et ses postes, une expérience de téléphonie, avec fil et sans fil, fut faite par ce département en coopération avec l'*American Telephone and Telegraph Company*, sur une période s'étendant du 6 mai, à 4 heures de l'après-midi, au 8 mai, à 8 heures du soir. Pendant quarante heures le Bureau naval des communications de Washington fut dirigé suivant les méthodes de guerre. Toutes les affaires furent conduites selon les conditions théoriques du temps de guerre. Pour assurer le service des communications, on utilisa le téléphone avec fil et sans fil, et, supplémentairement, le télégraphe ordinaire et le télégraphe imprimeur.

Théoriquement, la guerre était déclarée. Immédiatement on rendit obligatoire la communication par la voix entre Washington et les différentes stations navales et le pays avoisinant. On supposait qu'une flotte ennemie s'approchait de la côte de l'Atlantique, et que la flotte de défense, représentée par le navire de guerre « New-Hampshire » devait manœuvrer sous les ordres directs de Washington. Une communication permanente entre les forces navales et le service de stratégie à Washington était donc essentielle. Dans cette situation, à laquelle les services mobilisés de communication devaient faire face, on chercha à avoir des preuves de la valeur des appareils de téléphonie avec fil et sans fil construits en Amérique.

D'un point non déterminé à l'avance, l'essai montra que le rendement du téléphone fut un facteur énorme dans l'essai de défense nationale. Le service téléphonique avec fil relia immédiatement un point quelconque du pays avec Washington, tandis que le téléphone sans fil assura pour l'amirauté un service de communications entre la côte et les vaisseaux en mer, ce qu'aucune autre nation n'a fait jusqu'ici.

Pendant l'expérience, seize des stations navales du gouvernement

Digitized by Google

dispersées le long des frontières de la nation, du Maine à la Californie, et des Grands Lacs au golfe du Mexique furent mises instantanément en communication avec les États-Majors de Washington. Le secrétaire de la Marine, Daniels, causa successivement aux officiers de ces stations, à plusieurs milliers de milles de distance. En plus de ces essais de téléphonie avec fil, des appareils de téléphonie sans fil perfectionnés par les ingénieurs de la Bell furent employés pour relier le vaisseau « New-Hampshire » à l'arsenal maritime de Norfolk (ce bâtiment était commandé par le capitaine Lloyd H. Chandler), et pour lui donner l'ordre de prendre la mer. Le capitaine Chandler fut ensuite mis en communication permanente avec Washington par téléphonie sans fil, la conversation dans les deux sens fut la première au monde assurée par la téléphonie sans fil entre la côte et un bâtiment en mer.

Le télégraphe et le télégraphe imprimeur aidèrent le téléphone avec et sans fil ; des circuits pour chacun d'eux étant installés pour relier l'arsenal maritime de Brooklyn directement avec le Département de la Marine à Washington. Au moyen du télégraphe imprimeur, huit messages télégraphiques furent transmis simultanément sur le même circuit ; quatre de ces messages étant expédiés de l'arsenal maritime de Brooklyn à destination de Washington, et quatre autres expédiés de Washington à Brooklyn.

La vitesse avec laquelle les marins causèrent sur des milliers de milles de territoire est indiquée par le fait qu'à chaque minute le secrétaire Daniels conversa avec le commandant de l'arsenal de Brooklyn, et qu'à la minute suivante il causait avec le commandant de la station navale de San-Diégo (Californie). D'après des chronomètres tenus par quelques-uns de ceux qui assistèrent à l'expérience, on mit 28 secondes pour relier téléphoniquement le bureau du secrétaire Daniels à la station navale de San-Diégo, et 27 secondes pour le relier à l'arsenal maritime de Brookyln. La nouvelle télégraphique suivante, de San-Diégo, atteste la célérité de la communication : « La rapidité avec laquelle les ordres peuvent être transmis par téléphone fut montrée aujourd'hui ; les instructions furent reçues à Point-Loma (Californie) du département naval de Washington, puis retransmis par sans fil au croiseur « Raleigh » à Corinto (Nica-

Digitized by Google

ragua), 4 minutes après que le message eut été envoyé de la capitale. »

Les expériences de téléphonie sans fil entre le « New-Hampshire » et le bureau du secrétaire Daniels au Ministère de la Marine, commencèrent exactement le samedi 6 mai à 4 heures de l'après-midi. Le secrétaire Daniels demanda l'opérateur au standard spécial installé dans l'annexe de la Marine pour le relier avec le « New-Hampshire ». La communication fut établie immédiatement avec la tour de la station radiotélégraphique d'Arlington, et, en moins d'une minute, le secrétaire Daniels disait : « Allo, est-ce vous, capitaine Chandler ? »

Après une autre conversation du secrétaire Daniels, le contre-amiral Benson, chef des opérations navales, donna l'ordre officiel suivant au capitaine Chandler : « Vous partirez à dix heures demain matin, vous resterez en mer, indiquez votre position chaque heure par téléphone sans fil et revenez à temps pour mouiller à la hauteur de l'embouchure du Potomac pas plus tard que lundi à midi. »

Le dimanche, la communication téléphonique par sans fil fut maintenue avec le gros bâtiment de guerre naviguant en mer à cinquante milles de la côte. Des messages furent envoyés du vaisseau aux tours de radio d'Arlington, et retransmis par téléphone avec fil au moyen de relais, de ce point par la ligne transcontinentale aux stations navales des Grands Lacs (Illinois) et à Mare Island (Californie). Le capitaine Chandler sur le « New-Hampshire », causa directement avec le lieutenant-commandant Sweet à Mare Island.

La station navale et les arsenaux maritimes restés en communication téléphonique avec Washington pendant l'essai de 40 heures furent ceux de Bremerton, Puget Sound, Wash. ; Mare-Island, Cal. ; Charleston, S. C. ; Norfolk, Va. ; Washington, D. C. ; League Island, Pa. ; Brooklyn, N. Y. ; Pensacola, Fla. ; Annapolis, Md. ; New London, Conn. ; la station navale de Newport ; Newport, R. I. ; Charlestown, Boston, Mass. ; Portsmouth, N. H. ; Yerba Buena, Cal. ; San-Diégo, Cal. ; Algiers à l'opposé de New-Orléans, La. ; et les Grands Lacs, Ill.

Trois grandes salles furent installées par l' « American Telephone and Telegraph Company » avec les appareils nécessaires pour éta-

Digitized by Google

blir une communication et desservis par quatre employés. Pendant les essais téléphoniques avec fil, 53.214 milles de fil furent utilisés, ce qui est à peine 1 °/₀ de la longueur totale des fils du système Bell. 170.000 personnes sont employées à l'exploitation journalière du système Bell ; quoique toutes soient utilisables pour la mobilisation, 600 seulement ont été occupées au programme tracé par les autorités navales.

Ceux qui prirent part à l'expérience furent le Secrétaire de la Marine, l'Assistant-Secrétaire de la Marine, le Chef des opérations navales, le Président du Bureau Général de la Marine, le Chef de bureau des services techniques de la navigation à vapeur, le Directeur des renseignements maritimes, et le Chef du bureau des communications. L'armée fut représentée par des officiers de l'État-Major général de l'École de guerre, et par un détachement important de télégraphistes militaires. Le capitaine Bullard, de la Marine des États-Unis, qui est chargé du bureau des communications, fut le commandant direct de la mobilisation.

Les fonctionnaires du téléphone furent M. M. U. N. Bethell, premier Vice-Président de l' « American Telephone and Telegraph Company » ; Kingsbury, Vice-Président actuel du service des lignes à longue distance ; J. J. Carty, Ingénieur en Chef ; Bancroft Ghérardi, Ingénieur des installations ; Wilson, Directeur Général du service des lignes à longue distance ; Stevenson, Superintendant Général des études, et les fonctionnaires de son service ; F. H. Bethell, Président de la Compagnie téléphonique de Chesapeake et Potomac ; MM. Colpitts et Arnold, représentant M. Thayer, président de la Western-Electric Company, qui est l'organe de construction du système Bell.

A la suite de l'expérience, le secrétaire Daniels, a envoyé à M. Vail, président de l' « American Telephone and Telegraph Company », le télégramme suivant : « Je vous félicite, ainsi que tous les fonctionnaires de votre Compagnie, pour le succès splendide de la mobilisation des services des communications, en coopération avec la Marine des États-Unis. »

Le Président Vail a répondu : « Nous vous remercions pour votre message de félicitation hautement apprécié et sommes très

Digitized by Google

satisfaits d'apprendre que l'essai de mobilisation du service des communications en coopération avec votre Département a fonctionné à votre satisfaction. »

Extinction des étincelles pour les courtes longueurs d'ondes (*E. U. M.*, juin 1915). — M. Otto Droysen a entrepris des essais sur l'amortissement des étincelles et l'action extinctrice pour les courtes longueurs d'ondes ; le résultat de ses recherches, consigné dans un rapport, a pour conséquence une série de règles importantes sur la transmission avec de courtes longueurs d'ondes. La méthode suivie pour les grandes longueurs d'ondes, à savoir celle de l'éclateur en argent à étincelles éteintes, est impraticable pour les courtes longueurs d'ondes en raison de leur manque de constance et de la faible énergie, tandis qu'en employant un nombre élevé d'étincelles par seconde (plus de 2.000 et jusqu'à 25.000) et des électrodes de magnésium, on obtient une vraie action extinctrice, une bonne constance et une énergie suffisante. On réalise de hautes fréquences d'étincelles au moyen d'étincelles partielles. L'ionisation durable qui se produit alors fait apparaître l'action extinctrice. Quant à la longueur d'étincelles, celle qui produit les plus grands effets est une certaine longueur moyenne que M. Droysen a étudiée et qu'il appelle « longueur d'amortissement minimum ». Elle dépend de la fréquence et de la disposition des étincelles; avec les étincelles partielles, on ne peut donc pas indiquer *à priori* une certaine grandeur ; toutefois, on ne tarde pas à trouver dans chaque cas la longueur optima. L'action extinctrice est, dans des limites étendues, indépendante de l'accouplement et du désaccord ; néanmoins, un accouplement moyen (10 %) produit un maximum d'effet dans le circuit oscillant. Un accroissement d'énergie s'obtient sans nuire à la netteté de l'action extinctrice, par la seule augmentation du nombre des étincelles, en quoi l'on n'est limité que par la formation d'un arc électrique. Au point de vue pratique, il faut noter ceci : Choisir, comme pour les grandes longueurs d'ondes, une forte capacité du circuit d'extinction et une self assez petite pour qu'on puisse obtenir encore un accouplement suffisant. Éviter une capacité inutile de l'éclateur au moyen de dimensions convenables et faibles. Pour pouvoir déter-

Digitized by Google

miner l'accouplement et la longueur d'onde avec des étincelles éclatant dans le circuit primaire d'après les méthodes de résonance connues, shunter l'étincelle par un condensateur : on diminue ainsi l'amortissement des étincelles qui est considérable lorsqu'il s'agit de plus courtes longueurs d'ondes et de plus hautes fréquences d'étincelles. Pour provoquer l'action extinctrice, intercaler des résistances liquides tout contre les électrodes sur les conducteurs qui y aboutissent. En opérant ainsi, l'ancienne disposition du montage n'influe en rien sur l'action extinctrice. On produit les étincelles au moyen d'un courant alternatif de fréquence musicale (sirène à courant alternatif).

Protection du béton armé contre l'électrolyse (*E. U. M.*, mai 1915). — Lorsqu'on incorpore du fer au ciment, celui-ci se comporte comme un électrolyte, et l'électrolyse qui se produit amène la rouille, à moins qu'il n'y ait assez de chaux pour arrêter la corrosion du métal en l'absence de courants électriques. Comme le phénomène de la rouille est accompagné d'un accroissement de volume, il peut faire éclater les blocs de béton les plus forts. La rouille se produit partout où du courant continu d'assez haute tension passe dans le fer du béton, que ce soit par contact avec des canalisations de lumière ou d'énergie, ou que cela provienne d'autres sources.

On a déjà proposé de protéger par un enduit le métal à incorporer au béton. Cependant des enduits présentant une grande résistance électrique ne répondent pas en général au but qu'on se propose, car ils possèdent habituellement une surface très lisse, et empêchent la liaison réelle du métal avec le béton. Divers enduits isolants ont été essayés. Une barre de fer fut, pour chaque essai, recouverte de deux couches de l'enduit considéré, puis noyée dans du ciment, dans un moule cylindrique. Au bout d'un mois, les blocs durcis furent reliés en parallèle et en série à une résistance, pour réduire à 30 volts la tension du courant continu disponible. Toutes les 24 heures, on lisait les caractéristiques du courant. Au bout d'une semaine, quelques-uns des blocs présentaient déjà de petites fêlures et dix jours après presque tous les cylindres parcourus par

Digitized by Google

le courant étaient lézardés. La rupture commençait toujours à l'anode et se propageait suivant un rayon jusqu'à la surface, et longitudinalement jusqu'à la cathode.

Dans une deuxième série d'expériences, on détermina le degré d'adhérence du ciment au métal recouvert d'enduit. Quelques enduits donnent, à ce point de vue, de bons résultats, mais sont défectueux comme isolants.

Les substances suivantes permettent d'établir des couleurs donnant satisfaction. Le liquide doit renfermer des huiles cuites ou durcies, ou des produits qui se dessèchent sous forme de pellicule saturée. Les huiles qui conviennent le mieux sont celles qui sèchent par semi-polymérisation au lieu de sécher par oxydation, et celles qui, séchées, fournissent une surface plutôt mate que brillante. Les couleurs utilisées doivent être à gros grains et présenter une surface rugueuse; en outre, elles doivent être inertes et non conductrices de l'électricité. Les couleurs basiques ou celles de chrome conviennent bien. Lorsqu'on le peut, il est recommandé de sabler le métal fraîchement enduit.

Utilisation de foreuses pour la construction des lignes aériennes (*E. U. M.*, novembre 1915). — En automne 1914, la « *Pacific Telephone and Telegraph Company* » a posé, à travers l'État de Nevada (États-Unis), une section de 175 kilomètres d'une ligne téléphonique de 600 kilomètres, section qui a nécessité la plantation d'environ 4.000 poteaux de bois. Les trous nécessaires furent creusés à l'aide d'une machine conçue par M. Beltz.

Sur une voiture pouvant porter 2.000 kilogrammes, et dont les quatre roues étaient entourées de cercles de 25 ou 60 cm. de large, suivant la nature du sol, on disposa un cadre d'acier, d'environ 3 m. 50 de long sur 80 cm. de large, pouvant tourner autour d'un pivot central. Pour faciliter la rotation de ce cadre, la face inférieure en est munie de galets qui roulent sur des rails plats. Sur l'une des extrémités de ce plateau tournant, on monta un moteur d'automobile à essence et à quatre cylindres avec refroidissement par l'eau, qui, avec une vitesse de 800 tours à la minute, fournit 40 chevaux. Ce moteur, par une roue dentée et une chaîne, actionne

Digitized by Google

un treuil de renvoi (rapport de transformation : 2 : 1). Ce treuil porte une roue actionnée par deux engrenages, et permettant de faire mouvoir à droite ou à gauche le mécanisme perforateur ; un troisième engrenage actionne un tambour servant à élever le perforateur.

Celui-ci est monté dans une forte charpente formée de quatre tiges verticales de 3 mètres de haut en fer cornière ; il se trouve sur l'autre extrémité du plateau tournant, et, chose essentielle, peut être rabattu autour d'une charnière inférieure, de sorte qu'on peut l'amener à volonté dans n'importe quelle position oblique, et le maintenir, par des fiches d'arrêt, dans la position choisie. Ceci est indispensable, pour creuser des trous verticaux dans un terrain non horizontal. Le treuil de perforation est entraîné par le treuil intermédiaire, au moyen d'une chaîne et de pignons d'angle, à une vitesse de 110 tours à la minute.

Le perforateur a un diamètre de 40 centimètres et 60 centimètres de long ; mais le premier tour de l'hélice a un diamètre de 45 centimètres, pour que le perforateur ait un jeu suffisant dans le trou. La tige a 2 m. 55 de long, et est formée par une barre d'acier à 4 arêtes, les arêtes ayant 45 millimètres.

L'expérience a montré que le procédé le plus rapide est le suivant : On met en marche le moteur, et, à la vitesse normale de 800 tours à la minute, on creuse le trou jusqu'à la moitié environ de la profondeur ; puis on lève un peu le perforateur, et l'on augmente notablement la vitesse du moteur ; la force centrifuge est alors assez grande pour projeter toute la terre hors du trou et nettoyer le perforateur. Ensuite on ramène la vitesse à 800 tours et l'on achève de creuser le trou.

La machine était desservie par trois hommes : l'un était chargé de fixer la place des trous, le deuxième creusait, et le troisième s'occupait des quatre chevaux qui tiraient la voiture. En terrain plat, deux chevaux étaient bien suffisants. Par ce procédé, on creusa chaque jour 65 trous ayant une profondeur de 1 m. 30 à 1 m. 50 et un diamètre de 40 centimètres. Souvent, après avoir creusé de 60 centimètres à 1 mètre, on rencontrait le rocher ou une grosse pierre, ce qui obligeait à abandonner la perforation, car on n'avait

Digitized by Google

pas de machine à perforer la pierre ; si l'on en avait eu une comme machine auxiliaire, on serait arrivé à creuser en moyenne 100 trous par jour. Le rendement maximum de la machine, en terrain plat et sablonneux ou argileux, était de 40 trous à l'heure.

Le prix de revient d'un trou, en ne tenant pas compte des trous inachevés dont nous avons parlé plus haut, s'éleva à 3 fr. 05 ; dans ce prix sont compris plus de 50 centimes pour les frais de brevet, pour l'ensemble du travail et de la surveillance, et pour toutes les dépenses imprévues.

Plantation de poteaux télégraphiques dans un sol marécageux (*T. U. F. T.*, juillet 1916). — Un procédé de plantation a été récemment préconisé. Un peu plus bas que l'affleurement au sol, on enfonce de gros clous dans le bois. Par dessus les clous, on constitue autour du poteau un renflement en forme de coin, soit en argile, soit en ciment. Les clous retiennent la masse après le poteau, et celui-ci se trouve pourvu d'une surface supplémentaire de sustentation, suffisante pour empêcher qu'il ne s'enfonce graduellement sous le poids des lignes.

Couche protectrice d'aluminium sur le fer et le cuivre (*T. U. F. T.*, février 1916). — MM. Allison et Hawkins rendent compte de leurs essais de dépôt d'aluminium sur le cuivre et le fer, et de l'action protectrice ainsi obtenue contre l'oxydation à des températures plus élevées que le rouge. Le procédé, désigné sous le nom de « *calorisation* », présente des détails qui rappellent la « *sherardisation* ». Il consiste à traiter à chaud les objets métalliques dans un cylindre tournant rempli de poudre d'aluminium et de diverses substances additionnelles. Il se forme ainsi, sur la surface des objets, un alliage d'aluminium ; son épaisseur dépend de la durée de l'opération. La calorisation revêt les objets en cuivre d'une espèce de bronze d'aluminium, riche en aluminium, qui les protège de l'oxydation et de l'exfoliation jusqu'au point de fusion de l'alliage ; l'exfoliation se produit régulièrement lorsqu'on chauffe du cuivre pur au-dessus de 300°. La calorisation des contacts de cuivre d'un commutateur en double la durée d'usage ; des tubes de condensateurs, traités de cette manière, ont aussi donné de bons résultats. Avec le

Digitized by Google

fer, l'action protectrice peut être constatée sur les parties qui sont maintenues constamment au-dessous du rouge : par exemple, les résistances qui servent au chauffage tiennent notablement plus longtemps, même à des températures qui atteignent 1.000°. Naturellement, ce procédé de protection modifie le coefficient de température et la résistance électrique des fils de fer. On explique l'action protectrice en supposant qu'il se forme, à la surface, une mince couche d'alumine, qui protège contre l'oxydation le métal qu'elle recouvre. On sait qu'un fil d'aluminium pur peut être chauffé à l'air au-dessus du point de fusion sans que le métal coule, parce que la mince couche d'oxyde qui se forme à la surface retient le métal fondu.

Digitized by Google

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Représentation schématique de la position des fils sur les lignes téléphoniques. — En même temps qu'était présentée par M. Poissonnier, chef d'atelier du département du Pas-de-Calais, la règle de rotations décrite dans le numéro de septembre des *Annales*, un de ses collègues du département de Vaucluse, M. Bastide, présentait une règle analogue basée sur ce que, l'armement se reproduisant tous les 24 kilomètres, la position des fils se reproduit tous les 96 kilomètres. M. Bastide établissait ainsi une planche indiquant la position des fils tous les 96 kilomètres. Un tableau précédant cette planche indiquait les correspondances entre les divers kilomètres de la ligne : l'emploi du tableau auxiliaire donne sans calculs la position des fils en un point kilométrique quelconque.

Poste par aéroplanes. — Des lignes postales par aéroplanes ont été organisées dans les États-Unis d'Amérique, afin de surmonter les obstacles naturels que présentent certaines routes très défectueuses et de franchir de larges cours d'eau privés de ponts. Cette mesure est appliquée, entre autres, dans l'État d'Illinois, dont la partie sud-ouest, située dans le coude du Mississipi, ne possède ni ponts ni chemins de fer.

Relève des dérangements par automobiles, renseignés par T. S. F. — Pour pouvoir, lorsqu'il se produit des dérangements, intervenir rapidement et y porter remède, les usines électriques des villes américaines tiennent constamment prêtes des automobiles munies des instruments et des outils nécessaires. A Baltimore, on a établi l'organisation suivante : Pour que l'usine soit à même, à chaque instant, de signaler les dérangements au personnel de l'automobile qui se trouve en un endroit quelconque de la ville, l'automobile est munie d'une station réceptrice de T. S. F., avec une antenne constituée par un fil sous caoutchouc fixé au toit. Lors-

Digitized by Google

qu'il se produit un dérangement dans le réseau, l'auto en est informée au moyen de signaux convenus très simples. L'automobile peut être ainsi avertie dans un rayon de 16 kilomètres. Il paraît que cette organisation a fait ses preuves, et que les charpentes d'acier des maisons n'ont pas troublé la réception des signaux.

Pylône de 307 mètres pour T. S. F. — Une société américaine se propose d'édifier à Longsland une tour radiotélégraphique la plus haute du monde. Elle aura 307 mètres de hauteur, par conséquent 7 mètres de plus que la tour Eiffel. Cette tour sera mise en relation avec une autre à Buenos-Aires pour laquelle le gouvernement de l'Argentine a déjà accordé une concession. L'installation électrique de cette tour géante sera deux fois plus forte que celle de la station de télégraphie sans fil la plus puissante. On se servira du système Poulsen amélioré, et l'on compte avoir terminé le travail au plus tard dans un an.

Un concours original entre téléphonistes. — Un concours intéressant vient d'avoir lieu à Portland (États-Unis d'Amérique) à l'occasion d'une exposition. Ce fut le concours de « La voix avec le sourire », auquel prirent part environ cinquante employés des bureaux téléphoniques secondaires privés de Portland et des environs. Le but de ce concours était de donner des prix à ceux des opérateurs qui auraient les voix les plus claires et les plus agréables, afin de développer parmi eux l'émulation et de répandre dans le public l'usage du téléphone.

L'opérateur d'un bureau secondaire privé est souvent, en Amérique, la première personne avec laquelle le public se trouve mis en rapport, et c'est de cet opérateur que dépend sa première impression sur l'organisation de l'entreprise. Dans l'intention de développer l'amabilité de ces opérateurs, la compagnie des téléphones offrit un prix de 625 francs, un de 375 francs et un de 250 francs.

Tous les journaux quotidiens s'intéressèrent à ce concours et lui donnèrent une grande publicité. Dans l'exposition même, en un endroit bien en vue du stand de la compagnie des téléphones, on afficha chaque jour la liste des concurrents, puis plus tard, après les opérations du jury, les noms de ceux qui avaient subi avec succès les épreuves préliminaires et les épreuves finales.

Digitized by Google

La méthode adoptée consistait, pour les opérateurs, à prononcer de la manière la plus agréable possible, certaines phrases dans un phonographe. Les phonogrammes ainsi obtenus étaient ensuite déroulés devant un jury qui consacra trois après-midi à classer les concurrents. Les membres du jury, au nombre de trois, étaient des personnalités connues, appartenant respectivement à la presse, au commerce, et à l'enseignement.

Les membres du jury ne savaient pas de qui émanaient les voix qu'ils écoutaient, car un numéro avait été assigné à l'avance à chaque concurrent, qui le répétait dans le phonographe avant de commencer l'épreuve. Les concurrents furent jugés par séries de huit ; dans chaque série, on choisissait les trois voix les plus agréables, qui concouraient ensuite avec trois autres voix choisies dans chacune des autres séries ; et ainsi, par éliminations successives, on arriva finalement à choisir les trois meilleures.

Une interview de M. Theodor M. Vail, Président du Conseil d'Administration du système Bell. — Un journaliste américain, M. B. C. Forbes du Leslis's, a entrepris une série d'articles sur « les hommes qui font l'Amérique ». Un de ces articles est consacré à M. Vail. Après avoir rappelé l'histoire du téléphone, M. Forbes rapporte les réponses faites par M. Vail à quelques-unes des questions posées. Ces réponses renferment la philosophie du succès des entreprises de M. Vail.

« — Comment avez-vous réussi à faire autant de choses en plus de ce que peut faire l'homme moyen?

« — En étant toujours prêt, lorsque j'étais jeune, à faire le travail d'autrui, et quand je suis devenu plus âgé, en ne faisant jamais rien que quelqu'un d'autre pût faire mieux que moi. Autrefois, j'aimais toujours assez les détails pour posséder à fond ce que j'entreprenais ; aujourd'hui, je les déteste assez pour ne pas m'en encombrer lorsque je traite un sujet général.

« — Avez-vous été parfois découragé ?

« — Si je l'ai été, je ne l'ai jamais fait connaître à personne. Les difficultés réelles peuvent être surmontées ; celles qui sont imaginaires seules sont invincibles ».

Digitized by Google

NOUVEAUX BREVETS D'INVENTION [1]

480.775 Dispositif applicable à la téléphonie ou autres arts similaires. — M. Harald Smith. — Danemark.

Microphone à granules de charbon : la chambre cylindrique renfermant les granules est agrandie latéralement par un espace annulaire, appelé chambre secondaire, partiellement rempli de granules ; un ressort à boudin tend à chasser ces derniers dans la chambre principale : lorsque la membrane vibre, il se produit un déplacement des granules, soit vers la chambre secondaire, soit vers la chambre principale, et celle-ci reste constamment remplie ; la surface de contact entre la membrane et les granules demeure donc invariable, et tout crachement est évité.

Le dispositif s'adapte également aux relais téléphoniques.

480.816 Système de téléphone automatique ou semi-automatique. — Société dite : The Relay automatic telephone company Limited. — Angleterre.

480.854 Procédé de transmission sans fil des ondes électriques, pour la télégraphie ou la téléphonie. — Société dite : Naamlooze vennootschap de Nedereandsche thermo-telephoon maatschappij. — Pays-Bas.

L'antenne du poste récepteur est reliée directement ou indirectement, sans l'intermédiaire d'un détecteur, à un téléphone thermique jouant le rôle de récepteur.

480.856 Procédé de fabrication de conducteurs de chaleur pour téléphone thermique à l'aide de fils obtenus d'après le procédé Wollaston. — Société dite : Naamlooze Vennootschap de Nederlandsche thermo-telephoon maatschappij. — Pays-Bas.

(1) Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (IIIe arr.).

Digitized by Google

480.857 Téléphone thermique. — Société dite : NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP DE NEDERLANDSCHE THERMO-TELEPHOON MAATSCHAPPIJ. — Pays-Bas.

Permet de régler la force de reproduction de la voix suivant les besoins : il est composé de groupes de conducteurs de chaleur, superposés dans une même boite, fixés à des supports démontables et reliés conductivement entre eux. Le nombre peut ainsi en être fixé suivant les besoins de la personne qui en fait usage, et le médecin auriste est en situation d'en déterminer la valeur comme l'oculiste détermine celle des verres de lunettes.

480.858 Microphone thermique. - - Société dite : NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP DE NEDERLANDSCHE THERMO-TELEPHOON MAATSCHAPPIJ. — Pays-Bas.

Digitized by Google

Table analytique des matières de l'année 1916

	Pages
Postes.	
La Poste, le Télégraphe et le Téléphone aux Etats-Unis, par M. Reynaud-Bonin, Ingénieur des Postes et Télégraphes	289
Projet d'après-guerre dans les Postes et Télégraphes anglais, par M. H. C. Gunton, Ingénieur Principal au Post Office de Londres.	494
Le Personnel des Postes et des Télégraphes et la Guerre	95
Le Service postal, télégraphique et téléphonique en Angleterre pendant la guerre	173
Le service postal en Alsace	285
La Poste en Suède pendant la guerre	299
L'Ecole Supérieure des Postes et des Télégraphes d'Italie	301
COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES.	
La Poste aux armées en Norvège	533
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Statistique du trafic postal journalier moyen en France 1915	88
Enveloppes inviolables	231
Le tube postal de Londres	358
Poste par aéroplanes	556
Télégraphes.	
La Télégraphie sans fil à grande distance, par M. Duddell, Président de l'Institut des Ingénieurs Electriciens de Londres	9
Le Télégraphe et la Traction par courants alternatifs, par M. Marius Latour	179
Application du duplex au système Baudot, par M. Mercy, Commis principal au Poste Central Télégraphique de Paris	188
Les progrès les plus récents dans le domaine des câbles sous-marins, par M. Hill, Ingénieur au Service des Recherches du Post Office de Londres	243
Baudot et son Œuvre, par M. Montoriol, Inspecteur des Postes et Télégraphes	367
Vérification expérimentale d'une formule de la théorie des radiocommunications, par M. Bouthillon, Ingénieur des Postes et Télégraphes	443
Sur la production des étincelles musicales par courant continu, par M. Langevin, Professeur au Collège de France, Membre du Comité technique des Postes et Télégraphes	464
Sur les pertes d'énergie qui sont dues à la suppression de liaisons par M. Pomey, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes	512
Lettre d'un chef de poste télégraphique de l'armée anglaise	72
Progrès réalisés en Télégraphie et en Téléphonie sans fil pendant l'année 1915	76
Description de la station radiotélégraphique de Tuckerton	81
Augmentation du rendement des lignes télégraphiques par récepteurs harmoniques	282
Le monopole télégraphique et téléphonique	488

Digitized by Google

	PAGES
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Remarques sur les applications du courant continu à haute tension dans la Télégraphie et la Téléphonie sans fil	214
Les pylônes à antennes du poste de Télégraphie sans fil de Darien.	218
Note sur la résistance des antennes utilisées en Télégraphie sans fil	221
Sur les antennes à radium	223
Elément thermo-électrique utilisé comme détecteur d'ondes	356
Observations expérimentales relatives à la réception indirecte par dérivation	535
Extinction des étincelles pour les courtes longueurs d'ondes	550
Plantation de poteaux télégraphiques dans un sol marécageux	554
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Poteaux télégraphiques en verre	233
Représentation schématique de l'armement des lignes en herse	358
Nouvelles installations de Télégraphie sans fil	359
Informations relatives à la Télégraphie sans fil	350
Protection des lignes aériennes	361
Relève des dérangements par automobiles renseignées par Télégraphie sans fil	556
Pylône de 307 mètres pour Télégraphie sans fil	557
Téléphones.	
Téléphonie de campagne dans l'armée britannique. Conférence de M. Ch. DARLING, à la Société Royale des Arts de Londres	55
Le bureau téléphonique semi-automatique d'Angers, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et des Télégraphes	105
Frais d'exploitation des centraux téléphoniques automatiques et manuels, par M. John HESKETH, Ingénieur en chef du Post Office Australien	201
Les lignes téléphoniques souterraines interurbaines, par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes	269
Régulateur de voltage système Thury. Essai d'explication du fonctionnement de l'appareil, par M. POMEY, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes	422
La Téléphonie à grande distance, par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes	426
Méthodes d'exploitation des lignes téléphoniques interurbaines, par M. LEVEAU, Chef du Poste Central Téléphonique interurbain de Paris	448
Note sur le calcul du nombre d'organes commutateurs nécessaires dans un système de téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes	468
L'avenir de la Téléphonie sans fil, par M. J. J. CARTY, Ingénieur en chef de la Compagnie Bell	483
Note relative au calcul des courants alternatifs	49
La communication téléphonique New-York San-Francisco	67
Expériences de Téléphonie sans fil transatlantique	78
Augmentation de la portée des communications téléphoniques au moyen de relais	199
Progrès de la Téléphonie à grande distance depuis la découverte de Pupin	207
Le Téléphone automatique en Italie	457
Développement du Téléphone au Japon	462

Digitized by Google

	Pages
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Extension du réseau téléphonique souterrain en Angleterre	228
Les Installations téléphoniques dans les usines à haute tension	352
Téléphonie sans fil sur des trains en marche	353
Téléphonie sans fil	355
Câble téléphonique pour le service de la ligne de traction triphasée Gênes-Ronco	536
Traversée d'un réservoir au moyen d'une ligne aérienne	539
Installation téléphonique pour appel omnibus	541
Appareils automatiques en Téléphonie privée	542
Extension du réseau téléphonique souterrain anglais	545
Mobilisation navale par téléphone aux Etats-Unis	546
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Projet d'extension et d'amélioration du réseau téléphonique français	229
Le réseau téléphonique de Constantinople	360
Représentation schématique de la position des fils sur les lignes téléphoniques	556
Un concours original entre téléphonistes	557
Interview de M. Th. Vail, Président de la Compagnie Bell	558
Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes.	
Rapport, Décret et Arrêté du 4 juillet 1916, relatifs au Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et des Télégraphes	305
Projet d'adoption par l'Administration des Postes et Télégraphes d'une visserie nouvelle	308
Augmentation du nombre de fils des lignes aériennes	317
Instruction Technique sur la construction et l'entretien des lignes aériennes	500
Nouveau fil de répartiteur recouvert de caoutchouc, soie et rainie	505
Le service postal, télégraphique et téléphonique dans les administrations et les armées des pays ennemis.	
POSTES	
Service des Postes et Télégraphes en Allemagne et dans les pays occupés	33
Organisation du service postal aux armées	34
Renseignements statistiques sur le trafic de la Poste aux armées	38
Avis relatif aux expéditions à destination des armées allemandes	39
Bureau de renseignements tenu par des dames volontaires	41
La Poste aux armées en Autriche	42
La Poste par avions à Przemysl	43
Paiement du traitement civil au personnel mobilisé	44
Traitement alloué au personnel allemand détaché dans les pays occupés	46
Paiement des traitements aux employés des Postes et Télégraphes maintenus dans l'armée active	46
Secours de guerre au personnel subalterne	47
Emploi, en Allemagne, de chemins roulants dans le service des colis postaux	100

Digitized by Google

	Pages
Avis relatif aux correspondances originaires de l'Allemagne et destinées à ses alliés et aux pays neutres	101
Service des Postes et des Télégraphes en Belgique occupée	102
Marques apposées sur les wagons transportant des envois pour la Poste allemande aux armées	102
Traitement appliqué, en Allemagne, aux journaux non remis aux destinataires en campagne	102
Les installations électriques dans les bureaux-gares allemands	326
Le trafic postal dans un bureau-gare de Berlin	330
La Caisse d'Epargne et l'armée allemande	334
Bureaux de renseignements gratuits	334
Extension du service des journaux en Belgique	339
Le service postal en Belgique occupée	507
Relèvement des tarifs postaux en Belgique	514
Publication d'une Instruction des Postes en Belgique	515
Surtaxes postales, télégraphiques et téléphoniques en Allemagne	515
Chèques postaux en Allemagne	521
Indications à porter sur les colis postaux	522
Interdiction du transport des lettres par des particuliers	522
Saisie des envois postaux maritimes	525
Paiement des coupons de l'emprunt allemand par les bureaux de poste	525
TÉLÉGRAPHES.	
Utilisation des lignes télégraphiques souterraines en Allemagne	21
Télégraphie et Téléphonie aux armées	53
Le Télégraphe et le Téléphone en Belgique occupée	338
La Télégraphie et la Téléphonie dans l'armée allemande	526
Le Télégraphe et le Téléphone sur la ligne à traction électrique Vienne-Presbourg	529
TÉLÉPHONES voir Télégraphes.	
Câble téléphonique Berlin-Cologne	104
Installations téléphoniques pourvues de bobines Pupin avec enroulement en fil de fer	324
Petites installations téléphoniques automatiques	336
QUESTIONS DIVERSES.	
Collecte de l'or	58
Le troisième emprunt de guerre	58
Extraits d'une conférence faite en Allemagne, en 1915, sur « La Technique et la Guerre »	97
Fonctionnaires et Agents des Postes et des Télégraphes allemands tués à la guerre en 1915	103
Propriétés immobilières des Postes et Télégraphes en Allemagne	331
Le Budget des Postes allemand	332
La Poste allemande et les mutilés	333
Emploi de cuivre de moindre conductibilité et de zinc comme matériel de canalisation ; utilisation de conducteurs isolés au papier et caoutchouc régénéré	340
Câbles avec conducteurs de zinc pour courants de grande intensité	346
Acquisition de plomb pour l'armée allemande	374
La question du papier dans l'Administration des Postes allemande	523
Avances aux agents des Postes pour souscrire au quatrième emprunt de guerre	524
Monnaie de fer en Allemagne	525
Informations extraites de la revue « Blätter für Post und Telegraphie »	528
Extraction du caoutchouc de plantes qui croissent en Allemagne	531

Digitized by Google

Mélanges.

	Pages
Choses aperçues au cours d'un rapide voyage à travers les Etats-Unis	217
Influence des perturbations atmosphériques sur la propagation des ondes hertziennes	219
Localisation des manchons défectueux sur les lignes aériennes	225
Câbles souterrains sans conduite	226
Sondage par l'électricité	232
Détecteurs de sous-marins	233
Les progrès des Ecoles Techniques en Allemagne	349
Nouvelle méthode de production de courants à haute fréquence	354
Etablissement par l'Etat d'usines d'électricité en Saxe	357
Lignes d'énergie sur poteaux en bois	360
Les propriétés photoélectriques du sélénium	537
Création, en Angleterre, d'un Comité de Recherches Scientifiques et Industrielles	538
Protection du béton armé contre l'électrolyse	551
Utilisation de foreuses pour la construction des lignes aériennes	552
Couche protectrice d'aluminium sur le fer et le cuivre	554
Bibliographie	89,233
Brevets d'invention	91,235,362 559
Table analytique des matières de l'année 1916	562
Table alphabétique des noms d'auteurs	566

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

MM.		Pages
Bouthillon..	Vérification expérimentale d'une formule de la théorie des radio-communications	443
Carty (J. J.)...	L'avenir de la Téléphonie sans fil	483
Dabling.....	Téléphonie de campagne dans l'armée britannique. Conférence faite à la Société Royale des Arts de Londres	55
Duddell.....	La Télégraphie sans fil à grande distance	9
Gunton.....	Projet d'après-guerre dans les Postes et Télégraphes anglais	494
Hesketh.....	Frais d'exploitation des centraux téléphoniques automatiques et manuels	201
Hill.....	Les progrès les plus récents dans le domaine des câbles sous-marins	243
Langevin.....	Sur la production des étincelles musicales par courant continu.	401
Latour (M. ...	Le Télégraphe et la Traction par courants alternatifs	179
Leveau.....	Méthodes d'exploitation des lignes téléphoniques interurbaines.	448
Mercy.....	Application du duplex au système Baudot	188
Milon.....	Note sur le calcul du nombre d'organes commutateurs nécessaires dans un système de téléphonie automatique	468
Montoriol....	Baudot et son Œuvre	367
Pomey.....	Sur les pertes d'énergie qui sont dues à la suppression des liaisons	412
	Régulateur de voltage système Thury. Essai d'explication du fonctionnement de l'appareil	422
Reynaud-Bonin	La Poste, le Télégraphe et le Téléphone aux Etats-Unis	289
	Le bureau téléphonique semi-automatique d'Angers	105
Viard.....	Les lignes téléphoniques souterraines interurbaines	269
	La Téléphonie à grande distance	426

L'Éditeur-gérant,
A. DUMAS.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

Digitized by Google

ANCIENNE MAISON MICHEL & Cie

COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

SOCIÉTÉ ANONYME — CAPITAL : 9.000.000 DE FRANCS

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

TÉLÉPHONE : 708-03 ; 708-04 ; 736-78

Appareil système E. Gissot pour Poste Pneumatique

Breveté S. G. D. G.

L'appareil GISSOT a été construit pour l'envoi et la réception des dépêches ou des colis au moyen de l'air comprimé.

Il se place aux endroits où doit s'effectuer cette manutention et est raccordé à la canalisation par les deux brides supérieure et inférieure.

AVANTAGES. — Les principaux avantages de l'appareil Gissot sont les suivants :

1° Encombrement réduit permettant d'en placer un grand nombre côte à côte ;

2° Une pression de 0^m 50 dans la canalisation permet d'envoyer dans une ligne de deux kilomètres de longueur, par exemple, des étuis de 65 ou $85^{m/m}$ de diamètre à la vitesse de 500 mètres à la minute ;

3° Ces étuis peuvent être engagés aussi rapidement qu'on le désire, sans aucune fatigue pour l'opérateur et sans interruption dans la marche des étuis précédemment engagés.

Toutes les combinaisons réalisées par les anciens appareils peuvent être effectuées très rapidement et sans manœuvre spéciale par l'appareil Gissot ;

4° Il a été essayé et éprouvé avec succès au Ministère des Postes et Télégraphes Français qui a passé commande pour l'un de ses bureaux ;

5° Il trouve son application naturelle dans les Administrations, Usines, etc., où, installé dans les divers services, il supprime la manutention des papiers ou colis et la fatigue ou la perte de temps qu'elle occasionne.

COMPTEUR D'AIR COMPRIMÉ

APPAREILS DE MESURES D'ÉLECTRICITÉ

Système MEYLAN D'ARSONVAL

Digitized by Google

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ MORS

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES COMPLÈTES, LUMIÈRE
Bronzes d'Eclairage
SONNERIE—TÉLÉPHONIE—PARATONNERRE
INSTALLATIONS DE CHATEAUX (Eau et Électricité)

SIÈGE SOCIAL, BUREAUX ET MAGASIN D'EXPOSITION, 28, RUE DE LA BIENFAISANCE
TEL. 563.53 et 559.36
USINE : **7, rue Duranti, PARIS.**

ACCUMULATEUR TUDOR

pour tous usages et de toutes puissances

TYPES FIXES ET TRANSPORTABLES

Société anonyme : Capital **2.450.000** Francs

AGENCES
LYON, 106, Rue de l'Hôtel-de-Ville.
LE MANS, 7, Rue des Plantes.
NANCY, 21, Boulevard Godefroy-de-Bouillon.
TOULOUSE, 53, Rue Raymond IV.
ALGER, 3, Rue Monge.

USINES A LILLE (*Nord*)
et à **BEZONS** (S.-&-O.)
Siège social à PARIS
26, RUE DE LA BIENFAISANCE.
Téléph. WAGRAM 92.90 & 92.91

Digitized by Google

Adr. Télég.:
TELONDE-PARIS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

Téléphone :
Louvre { 01-21
01-22

RADIO-ÉLECTRIQUE

Société Anonyme au Capital de 1.500.000 francs

Administration centrale : **10, Rue Auber, PARIS**

ATELIERS DE CONSTRUCTION

A BELFORT : *Société Alsacienne de Constructions Mécaniques*
Société Anonyme au Capital de vingt millions

A SURESNES : *18, rue de Nanterre, et 51, rue Carnot*

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Établissement, fourniture, location, exploitation de stations de toutes puissances à émission musicale pure

Plus de **2.500** *stations installées dont* **6** **stations extra puissantes**

Stations à émission musicale de : **Bizerte**, **Fez**, **Taourirt**, **Marrakech**, **Meknès**, **Konakry**, **Monrovia**, **Tabou**, **Loango**, **Brazzaville**, **Diégo-Suarez**, **Mayotte**, **Majunga**, la grande station d'**Hanoï**, **Quan Tchou Wan**, **Kien-An**, **Cap Saint-Jacques**, de **Tahiti**, de **Port Vila** (**Nouvelles Hébrides**), etc., etc.

Dix Stations de 1.200 kilomètres de portée au **Congo Belge**.

Six Stations au **Tchad** (*Abécher, Birni, Tchelna, Fort-Lamy Mao, N. Guimi*).

Appareils de T. S. F. de la **Mission Française de délimitation Congo-Cameroun**, de la **Mission de délimitation Afrique Occidentale Française Libéria**, de la **Mission de délimitation Franco-Espagnole au Maroc**, de la **Mission geo-hydrographique de la Guinée portugaise**, etc.

Postes **automobiles** de l'**Armée Française**.

Postes de **ballons dirigeables** et d'**aéroplanes** de l'**Armée Française**.

Postes de la **Marine de guerre Française**.

Nombreuses stations de navires de commerce : Paquebots, Yachts, Chalutiers

FOURNISSEUR DES GOUVERNEMENTS ALLIÉS

Pour une puissance égale, les stations « RADIO-ÉLECTRIQUE » ont une portée supérieure à celle des autres systèmes et une syntonie meilleure.

ALTERNATEURS A HAUTE FRÉQUENCE

pour T. S. F. à ondes continues.

Digitized by Google

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS

Téléphone 25-Arcueil

ENSEIGNEMENT
sur place
Externat — Internat
500 Élèves par an

ENSEIGNEMENT
PAR
Correspondance
L'École chez soi
13.000 Élèves par an

M. Léon EYROLLES (O. ✻., ✪ I.), Ingénieur-Directeur

280 COURS PROFESSÉS PAR
164 PROFESSEURS SPÉCIALISTES

Résultats obtenus en 1913-1914 :
1. 243

PRÉPARATION SPÉCIALE
à l'École supérieure des
POSTES ET TÉLÉGRAPHES
section des
RÉDACTEURS ÉLÈVES
et au concours pour l'emploi
D'AGENTS MÉCANICIENS
des Télégraphes et
des Téléphones

L'ÉCOLE PUBLIE
les Cours professés
à
L'ÉCOLE SUPÉRIEURE
des
POSTES
et des
TÉLÉGRAPHES

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS
DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

L'École possède le seul Polygone d'application du Génie civil existant en France

PARIS
3, rue Thénard et 12, rue du Sommerard

ARCUEIL-CACHAN
Près Paris

CINQ
Écoles supérieures
D'INGÉNIEURS

École supérieure des Travaux publics
Diplôme d'Ingénieur de Travaux publics

École supérieure du Bâtiment
Diplôme d'Ingénieur-Architecte

Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité
Diplôme d'Ingénieur-Électricien

Ecole supre de Métallurgie et de Mines
Diplôme d'Ingénieur de Mines

Ecole supérieure de Topographie
Diplôme d'Ingénieur-Géomètre
ou d'Ingénieur-Topographe

SECTION ADMINISTRATIVE
Préparation spéciale
aux Concours ouverts par les
grandes Administrations techniques

Envoi gratuit des importantes brochures de luxe sur l'enseignement de l'École et de tous renseignements sur le choix d'une Carrière, Programmes et Concours, etc.

Écrire au Directeur de l'Ecole, 3, rue Thénard, PARIS

PARIS
Télé. Gob. 08-65

Digitized by Google

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

DES

TÉLÉPHONES

(CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, CAOUTCHOUC, CABLES)

CAPITAL : 18.000.000 de FRANCS

SIÈGE SOCIAL ET BUREAUX : **25, rue du 4 Septembre, PARIS**

MATÉRIEL COMPLET POUR LA TÉLÉPHONIE

APPAREILS POUR TOUTES DISTANCES

Tableaux pour Bureaux Centraux

SPÉCIALITÉ DE MULTIPLES DE TOUTES CAPACITÉS

INSTALLATIONS A ÉNERGIE CENTRALE

MICROPHONES
pour toutes distances
PARIS-ROME
type le plus puissant

LE MONOPHONE
Modèle hygiénique
pour grandes distances

Microphones à capsule

MICROPHONES
PLASTRON
etc.

Appareil à Énergie Centrale

RÉCEPTEURS
à anneaux, à manche
ou forme montre

MICROTÉLÉPHONES
NOUVEAU SERRE-TÊTE
pour Téléphonistes
EXTRA-LÉGER
(Moins de 100 gr.)

APPAREILS
HAUT-PARLEURS

RÉCEPTEURS
pour Télégraphie sans fil

CABLES TÉLÉPHONIQUES ET TÉLÉGRAPHIQUES

Câbles Sous-Marins

MATÉRIEL POUR LA TÉLÉGRAPHIE

Digitized by Google

Adresse Télégraphique :
MICROPHONE-PARIS

Téléphone : **707-03**
707-14

"LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE"

ANCIENNE MAISON G. ABOILARD ET Cie

46, Avenue de Breteuil, 46 — PARIS

CABLES

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

INSTALLATIONS
A
BATTERIE CENTRALE
INTÉGRALE
admises sur le Réseau de l'ÉTAT

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BOUND
JUL 2 1917
UNIV. OF MICH.
LIBRARY
UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07375 8834

Digitized by Google

Digitized by Google